



Escuela
Politécnica
Superior

Estudio de rehabilitación sostenible del Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda.



Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Trabajo Fin de Grado

Autor:

Jessica López Poveda

Tutor:

Antonio Maciá Mateu

Julio 2021



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

AGRADECIMIENTOS

Hace unos años comenzó mi paso por el Grado de Fundamentos de la Arquitectura y acaba con el presente Trabajo. Durante este tiempo he estado formándome en un aprendizaje que me ayudará a sacar adelante mi profesión en un breve futuro. Mi agradecimiento a todas las personas que me han ayudado.

En primer lugar, a mi tutor Antonio Maciá Mateu, por haberme guiado para poder realizar el presente trabajo, con su dedicación, apoyo y consejos. Además, también quiero agradecer a todos los profesores que han pasado junto a mí estos años, ayudándome, apoyándome y enseñándome sus conocimientos. Gracias a ellos por implicarse en mi formación pudiendo sacar adelante mi grado.

Siempre quedará en mi recuerdo las horas pasadas con mis compañeros en la biblioteca realizando diversos trabajos y la preparación de los exámenes. Son experiencias que te acompañan a lo largo de la vida. Con ellos he aprendido lo que es trabajar en equipo, ayudándonos unos a otros y sabiendo que no siempre salen las cosas como se desean.

Quiero agradecer sinceramente a las personas que desinteresadamente me han ayudado desde el Ayuntamiento de Novelda, Asociaciones del Ferrocarril y del Mármol, que sin ellos no hubiese sido posible este trabajo. Gracias a todos:

D^a. María Dolores Abad Guerra, concejala de cultura y patrimonio histórico del Ayuntamiento de Novelda.

D. Daniel Andrés, arqueólogo del Museo de Novelda

D. José Fernández Herrero, amigo y aficionado al mundo del ferrocarril

D^a. Encarni Abad, gerente de la “Asociación de la Comunidad Valenciana del mármol de Alicante”

D. Gregorio Berna, trabajador de la empresa de Bateig Piedra Natural.

Finalmente, agradecer a los más importantes, mis familiares y amigos, que desde el primer momento han estado ahí ayudándome e implicándose en todas las decisiones tomadas. Especialmente a mis padres y hermano, por estar ahí compartiendo día tras día, en los buenos y malos momentos, a lo largo de estos años. Sobre todo, a mi padre implicándose y orientándome a la hora de la realización de las maquetas y contactando con empresas del sector de la construcción que ha sido su medio de vida. Y a mi tía Rosi por su dedicación y ayuda en el presente trabajo, todo el esfuerzo va dedicado a vosotros.

RESUMEN

Hemos llegado a un punto donde las actuales y futuras generaciones no podemos seguir construyendo un futuro donde la humanidad forme parte de un sistema lineal de extracción, fabricación, utilización y eliminación. Muchos recursos naturales son finitos, por tanto, debemos buscar una manera de utilizarlos que sea medioambiental, social y económicamente sostenible. A raíz de esta situación surge mi interés por analizar cómo poner en valor estos residuos dándoles una segunda oportunidad, utilizando los recursos de una manera más inteligente y sostenible, consiguiendo una transición hacia una economía de pensamiento circular.

A partir de aquí nace el trabajo que se centrará en el estudio del análisis de la situación actual de la gestión de residuos y la economía circular en el mundo de la construcción. Tras ello se elegirá una edificación industrial del siglo XX con cierto valor histórico, cuya estructura sea de la era de la arquitectura del hierro, interior diáfano y se encuentre en desuso o abandonada. Se realizará la toma de datos insitu y una exhaustiva búsqueda de información relacionada con el inmueble, eligiendo entre varios el Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda. Además, se estudiará el funcionamiento de la industria del mármol, por su proximidad y relevancia en el mundo de la construcción, conociendo los residuos que produce. Con todo ello el alumno aportará al proyecto de rehabilitación del muelle de mercancías, una tipología de construcción mediante tres intervenciones estructurales puntuales interiores a base de residuos de dicha industria. De esta manera se ha buscado una alternativa para recuperarlos, reutilizarlos y reciclarlos de forma arquitectónica.

Con esta intervención mínima y por contraste se consigue devolver el protagonismo que merece la edificación, creando un espacio de exposición, venta y compra de productos de la Comarca del Medio Vinalopó.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	5
1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO E INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo principal.....	10
2.2. Objetivos específicos.....	10
3. ESTADO DEL ARTE	11
3.1. Los residuos de construcción y su papel en la economía	11
3.2. La jerarquía de gestión de residuos	13
3.2.1. Prevención y reducción	14
3.2.2. Reutilización.....	14
3.2.1. Reciclaje	14
3.2.2. Aprovechamiento energético.....	15
3.2.3. Eliminación en vertederos controlados o gestores de residuos	15
3.3. Valoración de los residuos de construcción y demolición (RCD)	15
3.4. La economía circular.....	16
3.5. Materiales de construcción.....	17
3.5.1. Cerámica.....	18
3.5.2. Metales	18
3.5.3. Madera.....	19
3.5.4. Vidrio	19
3.5.5. Plásticos.....	20
3.5.6. Pétreos	20
3.6. Proyectos arquitectónicos.....	21
3.6.1. Museo de historia de Ningbó (2008).....	21
3.6.2. Escuela sustentable en Jaureguiberry (2016)	23
3.7. Reutilización de edificaciones.....	24
3.7.1. Fábrica de creación Fabra i Coats en Barcelona (2019).....	25
3.7.2. La conservera. Antigua fábrica de conservas de Ceutí en Murcia (2010).....	27
4. METODOLOGÍA	30
4.1. Elección de edificación para rehabilitar. Muelle ferroviario.....	32
4.2. Búsqueda de información y toma de datos.....	37
4.3. La llegada del ferrocarril a Alicante.....	40

4.3.1. Estaciones Ferroviarias	41
4.3.2. Muelles de mercancías	42
4.3.3. Evolución hasta la actualidad	43
4.4. Estación de Novelda.....	44
4.5. Muelle de mercancías de Novelda ⁽⁴⁾	46
4.6. Fuente de materiales. Vertederos ilegales	48
4.7. Fuente de materiales. Edificaciones abandonadas o sin terminar	51
4.8. Industria de la zona dedicada a la reutilización y reciclaje de RCD	55
4.7.1. Cerámica.....	56
4.7.2. Metal	56
4.7.3. Madera.....	57
4.7.4. Vidrio	57
4.7.5. Plástico	58
4.7.6. Petreos	58
4.9. Industria del mármol y estudio de los residuos que genera.....	59
5. PROYECTO DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE DEL MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA.....	64
5.1. Estado actual. Análisis estructural y constructivo del Muelle de carga	64
5.2. Cambio de uso.....	69
5.3. Rehabilitación y adaptación al nuevo uso	72
5.1. Intervenciones interiores	79
5.1.1. Proyecto de partida. <i>Serpentine Pavilion</i> 2018	79
5.4.2. Primera aproximación. Maqueta de cerámica	81
5.4.3. Intervención estructural mediante restos de lodos de mármol	86
5.4.4. Intervención estructural mediante restos de plaquetas de mármol.....	94
5.4.5. Intervención estructural mediante restos de polvo de mármol.....	118
5.5. Economía circular. Reutilización y reciclaje de las piezas de mármol, usos del carbonato cálcico 131	
6. CONCLUSIONES	133
BIBLIOGRAFÍA.....	134

1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO E INTRODUCCIÓN

¿Te imaginas un mundo donde todo funcionase como en la naturaleza? ¿Dónde el sistema de producción en vez de lineal fuera cíclico y dinámico, en el cual las evoluciones producidas no generasen ningún tipo de residuo? Pues esa es la intención de este trabajo, aproximarnos a un mundo donde no exista el termino residuo. De esta manera la sociedad cambiará el concepto de comprar, usar y tirar, por los términos de reciclar y reutilizar. En la actualidad, la presión social sobre la preocupación por el medio ambiente está tomando más conciencia, estableciendo unas normativas nacionales e internacionales de sostenibilidad para conseguir aproximarnos a ese mundo tan necesario.

En la naturaleza todos los ecosistemas poseen un sistema cíclico y dinámico, diferenciado por la diversidad y la interconexión de sus agentes, donde las evoluciones producidas no generan ningún tipo de residuo. En cambio, la sociedad actual formada por una gran población consumista, egocentrista y antropocéntrica da como resultado ingentes cantidades de residuos. En los últimos años el reciclaje y la reutilización está tomando más importancia, haciendo que el uso de los recursos naturales se haga de forma más amable con el medio ambiente y tratando a los residuos no como objetos, sino como materia prima de otros procesos.

Uno de los sectores donde más residuos se genera es el de la construcción, producidos por las demoliciones, rehabilitaciones, reformas, obra nueva, etc. Hace años todos ellos eran trasladados a vertederos, lo que generaba un gran volumen de diferentes residuos mezclados, tardando en descomponerse décadas. Incluso algunos no logran desintegrarse nunca y su contacto con los suelos produce daños en los ecosistemas. En la actualidad esto está cambiando, pero aún queda mucho por hacer.



Ilustración 1. Demolición del tinglado de la Estación de Ferrocarril de Alicante (2012). ⁽¹⁾

Hemos llegado a un punto donde las actuales y futuras generaciones no podemos seguir construyendo un futuro donde la humanidad forme parte de un sistema lineal de extracción, fabricación, utilización y eliminación. Muchos recursos naturales son finitos, por tanto, debemos buscar una manera de utilizarlos que sea medioambiental, social y económicamente sostenible. A raíz de esta situación surge mi interés por analizar cómo poner en valor estos residuos dándoles una segunda oportunidad, utilizando los recursos de una manera más inteligente y sostenible, consiguiendo una transición hacia una economía de pensamiento circular.

Comenzaremos averiguando el impacto que producen los residuos generados en el mundo de la construcción, siendo uno de los más conflictivos que existen, explicando la jerarquía de gestión de residuos. De esta manera mostraremos una clara declaración de intenciones hacia la sociedad, poniéndolos en valor y manifestando una economía circular.

A partir de aquí comienza una investigación sobre las nuevas opciones que aparecen cada día para reciclar y reutilizar, alargando así la vida del planeta. Para ello mostraremos los materiales que pueden tener más de una vida o pueden reciclarse. En el siguiente apartado enseñaremos proyectos arquitectónicos creados con estos tipos de materiales, mostrando el potencial que pueden llegar a tener esta serie de objetos. Y como último nos centraremos en proyectos de rehabilitación con la principal intención de reutilizar edificaciones obsoletas.

A partir de aquí nos sumergiremos en el caso práctico donde trataremos todos estos puntos anteriores. Para ello tras descartar varias opciones nos centraremos en rehabilitar y dar un nuevo uso al Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda de finales del siglo XX, que actualmente se encuentra abandonado. Realizaremos una breve introducción de la llegada del Ferrocarril a Alicante y sobre estos antiguos muelles que actualmente están en desuso, valorando estas estructuras metálicas que pertenecen a nuestro patrimonio industrial. Pondremos en práctica las opciones ya comentadas de la gestión de residuos en el mundo de la construcción, de modo que se recuperará el material para su reutilizado o reciclado. Y para finalizar se realizará unas intervenciones interiores mediante residuos de la industria del mármol, siendo la más relevante de Novelda. Como objetivo final intentamos potenciar la industria de la zona de alto y medio Vinalopó mediante la creación de un espacio dinámico donde convivan productores, intermediarios y consumidores. Convirtiendo el Muelle de Carga en un punto clave de exposición y venta de productos locales de todo tipo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

El objetivo principal del presente Proyecto Final de Grado consiste en rehabilitar el Antiguo Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda, transformando la edificación mediante métodos de reutilización y reciclaje de residuos de la construcción e industrias de alrededor.

2.2. Objetivos específicos

Para conseguir dicho objetivo se han de cumplir una serie de propósitos específicos que detallaremos a continuación:

- Estudiar los residuos de construcción y demolición (RCD) y su papel dentro de la jerarquía de gestión de residuos y la economía circular.
- Analizar las opciones de puesta en valor de los residuos mediante la reutilización y el reciclaje del sector de la construcción, como los materiales, los proyectos arquitectónicos o la rehabilitación de edificaciones.
- Elección de una edificación que se ajuste a los criterios establecidos para poder poner en práctica todo lo analizado, rehabilitándola y dándole un nuevo uso.
- Búsqueda de información y toma de datos in situ del Muelle de la Estación de Ferrocarril de Novelda.
- Análisis de las industrias locales, edificaciones abandonadas y vertederos ilegales de escombros como posible fuente de materiales para reciclar y reutilizar para la rehabilitación.
- Visita y estudio del funcionamiento de la industria del mármol y la piedra Bateig de Novelda, para conocer sus residuos y poder reutilizarlos en nuestro proyecto.
- Proyecto de rehabilitación y cambio de uso del muelle aplicando la reutilización y reciclaje de materiales de la construcción.
- Estudio estructural del Serpentine Pavilion 2018 mediante maquetas a escala 1/10 y 1/1 referencia inicial para las intervenciones a proponer.
- Creación de tres intervenciones arquitectónicas interiores mediante diferentes residuos generados en la industria del mármol de Novelda, poniéndolos en valor y reutilizándolos. Con sus cálculos estructurales y maquetas a escala 1/20 y 2/1.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. Los residuos de construcción y su papel en la economía

La industria de la arquitectura está siempre en movimiento, generando gran cantidad de residuos. Estos son un producto inevitable y gestionarlos correctamente de manera sostenible es un reto que debemos ir superando.

En la actualidad existen políticas nacionales e internacionales implicadas en este ámbito, como Directiva 2008/98/CE (Diario Oficial de la Unión Europea, 2008) o RD 105/2008 (*Ministerio de Presidencia (BOE)*, 2008), donde se regulan la producción y la gestión de residuos en la construcción y demolición (RCD).

Pero aún nos queda mucho camino para alcanzar un modelo de construcción económico y sostenible. Por esta razón, resulta necesario investigar y realizar un estudio en el que se valoren las posibilidades que existen en la actualidad para llegar a ese fin.

Los residuos de la construcción y de la demolición (RCD) pertenecen al grupo de los industriales, considerados no tóxicos y obtenidos tras derrumbes, obra nueva, rehabilitaciones, reformas, reparaciones, etc. Incluyendo gran variedad de materiales, como metales, ladrillos, cenizas, entre otros muchos.

Según el artículo de RETEMA (Revista Técnica de Medio Ambiente) (Cobo, 2020):

“Los residuos de construcción y demolición (RCD) suponen el mayor flujo de residuos de la Unión Europea, representan aproximadamente un tercio de todos los residuos generados”.

A continuación se muestran unas gráficas con datos obtenidos de Eurostat (*Eurostat - Data Explorer*, n.d.) donde se puede confirmar lo comentado anteriormente, estos datos pueden encontrarse en las tablas del *ANEXO nº1*. Como podemos observar en las dos primeras gráficas se han elegido cinco países de la Unión Europea (España, Francia, Italia, Alemania y Bélgica) para analizar la generación de residuos en el mundo de la construcción y demolición (RCD).

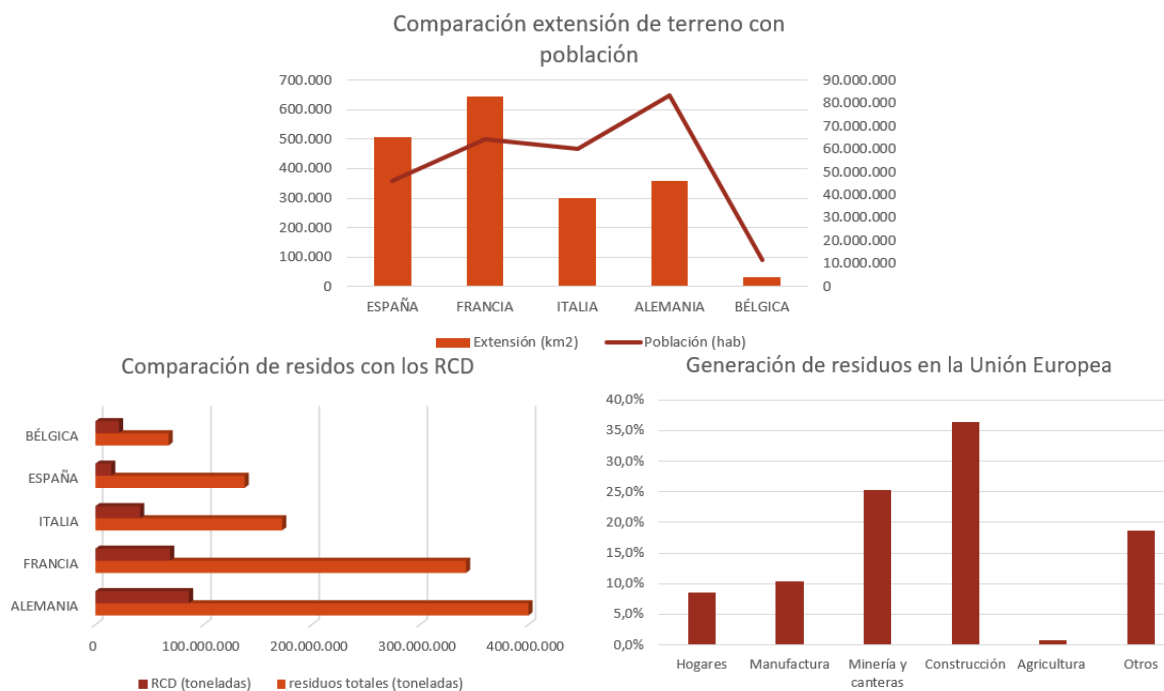


Figura 1. Comparación entre extensión de terreno con la población (2020). Autor: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat. ⁽²⁾

Figura 2. Comparación de residuos total con los RCD (2018). Autor: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat. ⁽²⁾

Figura 3. Generación de residuos en la Unión Europea (2018). Autor: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat. ⁽²⁾

En la figura 2 encontramos un análisis comparativo entre la extensión del país en comparación con el número de población. Es interesante observar que hay países con mucha población en pequeños territorios, como el caso de Alemania.

En la siguiente gráfica se muestra un balance entre todos los residuos generados y los RCD en los diferentes países mencionados durante el 2018. Donde se observa que un gran volumen pertenece al sector de la construcción. Además, se puede comprobar con la anterior gráfica que, a mayor población, más residuos.

Y, por último, si observamos la figura 4, se puede ver que se ha clasificado todos los residuos en los sectores más importantes, confirmando que el de la construcción es el que más produce, con un porcentaje de 36,4 %.

Con este análisis podemos llegar a la conclusión que con el aumento de la población y el nivel de vida de las últimas décadas ha sido el factor clave para el aumento de los residuos generados en el planeta. Como se apunta en las gráficas anteriores, la construcción es uno de los sectores clave para mejorar esta situación.

3.2. La jerarquía de gestión de residuos

En la actualidad esto está creando gran número de vertederos incontrolados que están presentando un gran riesgo para la sociedad, a causa de la descomposición de los residuos que contaminan a través de líquidos y gases con efectos nocivos para el suelo, el aire y el agua. Además, existe el problema de los vertederos ilegales, que, al no tener un seguimiento, son los más contaminantes, por ello de la importancia que las administraciones se impliquen realizando campañas de información para concienciar a la ciudadanía por el bien de todos.



Figura 4. Vertedero ilegal en Sax (Alicante). Autor: Elaboración propia.

Destacamos la importancia de una adecuada gestión de los residuos para maximizar el beneficio de los productos y minimizar esa cantidad. Una herramienta fundamental para garantizar la transición hacia una economía circular es la jerarquía de residuos, como encontramos en el capítulo 1, artículo 4, apartado 1, de la Directiva 2008/98/CE (Diario Oficial de la Unión Europea, 2008).



Figura 5. Esquema jerarquía de gestión de residuos. Autor: Elaboración propia.

3.2.1. Prevención y reducción

El primer objetivo que debemos alcanzar es la prevención, es decir, evitar al máximo la generación de residuos, aunque en el sector de la construcción el no producirlos es imposible. Por esa razón en un futuro se han de reducir estos valores al mínimo, siendo el segundo reto. Tenemos que concienciar a la sociedad de la importancia de un buen mantenimiento, utilizando materiales de calidad con elevada durabilidad, alargando así su ciclo de vida, contribuyendo a minimizar la generación de residuos. Otra forma de reducir en la arquitectura es con el uso de prefabricado, evitando los escombros producidos in situ, o con las nuevas tecnologías BIM (Building Information Modeling) que ayudan a reducir errores y optimizan los procesos de construcción.

3.2.2. Reutilización

Como tercera meta tenemos la reutilización, esta medida consiste en analizar los residuos generados conservando todas aquellas partes a las que le podemos dar una segunda vida. A sí mismo se reduce el consumo y la cantidad, disminuyendo el agotamiento de los recursos de la tierra, conservando materias primas y utilizándolas una y otra vez. Como veremos más adelante en este sector existen gran cantidad de materiales que podemos volver a aprovechar.

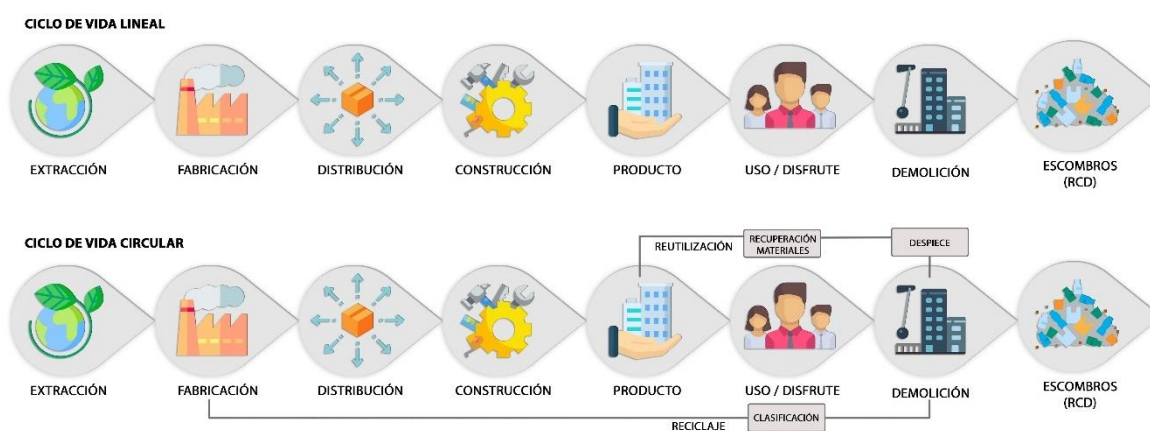


Figura 6. Esquema ciclo de vida lineal y circular. Autor: Elaboración propia

3.2.1. Reciclaje

Cuando la reutilización sea muy complicada debemos intentar reciclar el material. Para que un material pueda ser reciclado se ha de poder separar con facilidad, para que su composición sea la más pura posible y pueda ser reintroducida en su ciclo de producción. Algunos de los productos finales es una suma entre materiales reciclados y vírgenes, de ahí la importancia de conocer el porcentaje de cada uno, para analizar el impacto ambiental final. Cuando el reciclaje consume más energía o recursos naturales, ya se convierte en inviable y tendremos que recurrir a otra opción.

3.2.2. Aprovechamiento energético

Como quinto objetivo encontramos el aprovechamiento energético, aunque no sea un punto que destacar en dicha investigación, tenemos en cuenta la utilización del residuo como combustible para la generación de electricidad y calor, siendo una acción adecuada. Ahorramos en energía, reduciendo emisiones de carbono y disminuyendo los residuos generados.

3.2.3. Eliminación en vertederos controlados o gestores de residuos

Y, por último, cuando todo lo anterior sea inviable, los residuos serán recogido por empresas de tratamiento de residuos que serán quienes se encarguen de depositarlos en vertederos controlados, donde se van degradando de forma natural, aunque muchos de ellos pueden tardar décadas, e incluso algunos no logran desintegrarse nunca.

3.3. Valoración de los residuos de construcción y demolición (RCD)

Las opciones más aconsejadas son la reutilización o el reciclaje, como ya hemos visto, a causa del consumo de materias primas que cada vez es más elevado, llegando a ser insostenible para el planeta. Debemos valorar los residuos de la construcción como refleja el capítulo 1, artículo 3, punto 15, de la Directiva 2008/98/CE (Diario Oficial de la Unión Europea, 2008):

“Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general.”



Ilustración 2. Valoración de RCD. ⁽²⁾

Si todos cooperamos llegaría un momento donde un gran porcentaje de los residuos generados en el sector de la construcción terminarían reciclándose o reutilizándose, lo que provocaría una gran disminución en la contaminación sometida al planeta. Además, todo son ventajas, porque las empresas reducirían sus costes a la hora de comprar materia prima. Y con ello el precio final también se reduciría. Otro beneficio obtenido sería el aumento de puestos de trabajo en las plantas de reciclaje para el correcto tratamiento de los materiales. Todos ellos han de ser profesionales especializados para garantizar su transformación en nueva materia prima, conociendo su composición química para poder analizar y clasificar correctamente los materiales.

Siempre hay que tener presente que los recursos naturales son finitos, en cambio el reciclaje y la reutilización pueden llegar a ser infinitos, poniendo en práctica la economía circular que a continuación se analiza más exhaustivamente.

3.4. La economía circular

Como ya hemos comentado, desde las políticas europeas tienen la intención de dar un cambio a la economía lineal actual de extracción, fabricación, utilización y eliminación, ya que está llegando a sus límites. Por ese motivo se requiere urgentemente que se comience a cambiar de pensamiento a una economía circular que sea más eficiente y los recursos se retengan más tiempo, aplicando los objetivos de reducción, reutilización y reciclaje. De este modo se garantiza un crecimiento más sostenible donde la utilización de los recursos sea más inteligente, y se coja conciencia de que los recursos naturales son finitos encontrando un equilibrio entre el medio ambiente y la producción.

En el ámbito de la arquitectura la economía circular comienza cuando se nos plantea un proyecto, sea del tipo que sea, donde debemos prever y planificar todas las circunstancias posibles tanto presentes como de futuro, de forma que se garantice la máxima longevidad. De esta forma se pensará tanto en los ciclos de vida de los materiales utilizados como de la edificación en su conjunto, y la flexibilidad de sus

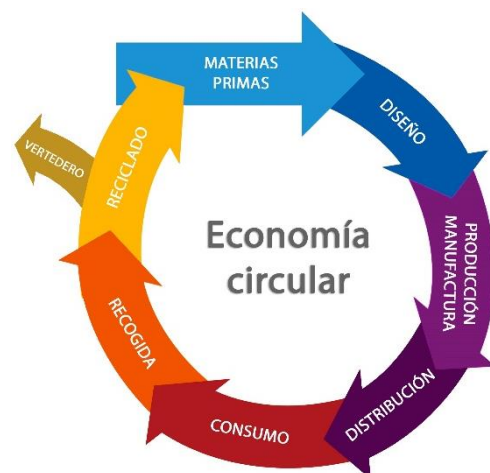


Figura 7. Esquema a seguir economía circular.
Autor: Elaboración propia.

espacios para poder adaptarse a las necesidades de sus usuarios. Cabe destacar que un correcto mantenimiento durante sus años de uso garantiza una mayor duración.

Es importante también que desde las administraciones públicas se tomen medidas más estrictas, aprobando normativas medio ambientales o estableciendo impuestos a los materiales vírgenes para garantizar una correcta economía circular en el sector de la construcción.

3.5. Materiales de construcción

A lo largo de la historia ha ido evolucionando el proceso de obtención de materiales, donde originalmente, la falta de recursos naturales para poder construir hacia inevitable que todos los elementos empleados fueran locales, teniendo de este modo un ahorro de energía, ya que las piezas eran más artesanales y el transporte era mínimo. Con los avances en los métodos de extracción, la llegada de técnicas industriales más eficientes y el transporte global hemos llegado al punto donde se puede conseguir materiales de cualquier lugar del mundo. Pero esto supone un gasto energético muy elevado que también es perjudicial para el medio ambiente. Por esta razón en todo proyecto de arquitectura sostenible los recursos y materiales empleados deben pertenecer a la industria de la zona.

Como hemos comentado anteriormente, existen normativas europeas y nacionales que tratan sobre la gestión de los residuos. Desde la Directiva 2008/98/CE (Diario Oficial de la Unión Europea, 2008) se han ido tomando medidas en relación con el tema a tratar, pero luego la realidad es muy distinta.

En la actualidad en España es obligatorio la realización de un estudio de gestión de RCD para que te concedan la licencia de obras, de esta forma se previene el destino de los residuos generados. Según el artículo 5.5 del RD 105/2008 (*Ministerio de Presidencia (BOE)*, 2008), los residuos generados en la obra deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80 toneladas
Cerámicas	40 toneladas
Metales	2 toneladas
Maderas	1 tonelada
Vidrio	1 tonelada
Plástico	0,5 tonelada
Papel y cartón	0,5 tonelada

En toda demolición, reforma o rehabilitación existe una gran oportunidad para obtener materiales para reutilizar o reciclar, como elementos de piedra, madera, cerámica y un sinfín

de componentes ideales. Pero previamente se han de tomar unas medidas que permitan dismantelar la edificación y recuperar los materiales.

Una de las causas de que no se realicen estas medidas es porque en la actualidad únicamente se reciclan aquellos componentes que poseen un mercado económico detrás, es decir, que existe una relación estrecha entre el productor del residuo y la empresa de la materia prima.

En muchas ocasiones se contrata una empresa especializada en este tipo de gestiones, porque aún no existe normativa que se centre en la valoración de estos residuos, con medidas de reutilización y reciclado de materiales. A continuación, vamos a analizar una serie de materiales idóneos para ser objeto de reutilización y reciclaje.

3.5.1. Cerámica

Las piezas cerámicas son muy demandadas para su reutilización, como las tejas, las baldosas hidráulicas, etc. Luego sus residuos poseen una composición muy inerte y estable, lo que lo hace ideal para poder reciclarse. Además, también se podrían machacar y emplear como rellenos en carreteras o como aditivos para hormigones.



*Figura 8. Tejas planas para reutilizar del año 1985.
Autor: Elaboración propia.*

3.5.2. Metales

Los metales también son óptimos para poder ser reutilizados o reciclados. En el sector de la construcción muchos elementos pueden ser reutilizables, como vigas, pilares, cerchas, etc. Siempre que el estado de conservación del elemento sea adecuado. Los residuos de metales, conocidos como chatarra, pueden reciclarse



Ilustración 3. Metales preparados para reciclar.⁽³⁾

fundiéndolos con otros metales, originando nuevos elementos.

Existen gran variedad de metales empleados en la construcción, pero uno de los más importantes es el acero, que puede transformarse infinitamente en nuevos elementos sin perder su calidad.

3.5.3. Madera

Los materiales de madera reutilizados son ideales para proyectos constructivos y decorativos. Además, también se puede reciclar con mucha facilidad, con la posibilidad de crear cualquier objeto. Todo depende de la tipología de la madera y su estado de mantenimiento, pero en general siempre puede aprovecharse.



Ilustración 4. Residuos de madera en RCD. ⁽⁴⁾

Por lo tanto, este material es bueno para reutilizarse y reciclarse.

3.5.4. Vidrio

El reciclaje del vidrio es uno de los más sencillos, ya que puede realizarse en fábrica o in situ. Pero hay que destacar que existen dos tipos, los obtenidos de botellas, y los utilizados en carpinterías. Los primeros son los más sencillos de reutilizar o reciclar, pudiendo obtener cualquier tipo de objeto. En cambio, los segundos al estar compuestos por otros



Ilustración 5. Pared de botellas recicladas. ⁽⁵⁾

materiales diferentes al vidrio, ya su reciclaje cambia, pudiéndolo fundir y convertirlo en fibra de vidrio, o triturar para aditivos en hormigones, etc.

3.5.5. Plásticos

Los productos derivados del plástico que se utilizan en la construcción, como por ejemplo las tuberías, pueden ser reutilizadas con las mismas garantías que si fueran de fábrica. En cambio, para poder reciclarlos se debe de realizar una separación muy rigurosa, ya que existen muchos tipos. Por esta razón no se suele reciclar tanto como en otros sectores, por el bajo coste de productos nuevos.



Ilustración 6. Cableado de cobre recubierto de plástico PVC para reciclar. ⁽⁶⁾

3.5.6. Pétreos

Los residuos pétreos suelen reciclarse, de modo que se machacan y vuelven a convertirse en materia prima para poder fabricar áridos, rellenos, hormigones no estructurales, etc. Su reutilización es menos conocida, pero también es una buena opción, pudiendo crear elementos a base de restos pétreos.



Figura 9. Restos de mármol (Novelda). Autor: Elaboración propia.

Tras este análisis breve podemos comprobar que la mayoría de los materiales de la construcción pueden evitar acabar en medio de la naturaleza. Si se consigue dar un destino y un procesamiento adecuado, los escombros y desechos de la construcción pueden llegar a ser reutilizados o reciclados, convirtiéndose de nuevo en materia prima y componentes de la construcción con la misma calidad que los que vienen directamente de fábrica.

En la actualidad el empleo de materiales reciclados y reutilizados en el mundo de la arquitectura se está convirtiendo en una forma artística, innovadora, eficaz y sostenible. Con todo ello la intención es que en los proyectos se tenga más en cuenta estos aspectos, y llegue el momento en que no se demuelan las obras, sino que se realice una deconstrucción, es decir, una construcción al revés, aprovechando al máximo todos sus componentes. De esta manera las edificaciones se convertirían en la nueva cantera que suministra los materiales.

3.6. Proyectos arquitectónicos

Realizar este tipo de proyectos de arquitectura reversible no es tarea fácil, ya que se ha de analizar todos los elementos para que sea sencillo desmontar, reciclar y reutilizar. Pero la satisfacción final es mayor que con el resto de los casos, ya que se alarga la vida de los materiales utilizados y lo más importante, disminuye el impacto de la construcción en el medio ambiente.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de proyectos donde se incorporan criterios funcionales y constructivos que fomentan la reutilización y reciclaje de los materiales, minimizando de este modo los residuos generados.

3.6.1. Museo de historia de Ningbó (2008)

Comenzaremos explicando una obra del conocido arquitecto chino Wang Shu. Para la cultura china la naturaleza es mucho más importante que la arquitectura en sí, siendo el edificio un elemento subordinado del medio ambiente que debe integrarse.



Ilustración 7. Viviendas antiguas Ningbó. ⁽⁷⁾

Ilustración 8. Casco antiguo Ningbó. ⁽⁸⁾

El Museo de Historia se ubica en la ciudad de Ningbó en China. Wang Shu utiliza el lenguaje formal jugando con una serie de vaciados, distorsiones en los volúmenes, inclinaciones en las fachadas y bloque macizo, que evocan el recuerdo de las montañas de la zona. La entrada principal se encuentra rodeada de un río poco profundo donde el arquitecto quiere destacar la repercusión comercial marítima que tiene el puerto de la ciudad.



Ilustración 9. Museo de historia de Ningbó. ⁽⁹⁾

Ilustración 10. Fachada Museo de historia de Wang Shu. ⁽¹⁰⁾

Para realizar las fachadas utilizaron la técnica tradicional del *muro de wapan*, que consiste en ir colocando piezas reutilizadas de construcción tradicional de la zona, y cada 2 chi (aproximadamente 70 cm) van uniéndolas con barro del río. De este modo las piezas van comprimiendo el muro sin necesidad que estén todas unidas entre ellas con mortero de cal ni cemento. El problema es que no pueden superar los cuatro metros de altura, ya que, a mayor altura, más inestabilidad, lo que puede producir un colapso. Para subsanar esto sustituyeron los muros tradicionales de una simple capa de tejas, hiervas y barro, por otro de tres capas: el acabado exterior con el *muro wapan*, la estructura de hormigón armado y el acabado interior. De este modo el *muro de wapan* queda como un acabado estético exterior y el muro interior de hormigón armado es el que actúa estructuralmente y también para impermeabilización.



Ilustración 11. Técnica artesana china “muro de wapan”. ⁽¹¹⁾

Para la ejecución contaron con la colaboración de artesanos locales, que se encargaron de recuperar un gran volumen de materiales de las demoliciones de viviendas tradicionales de la zona destruidas a causa de terremotos o tifones. De esta forma, la arquitectura se convierte en monumento de recuerdo tangible de las casas originales, consiguiendo que la tradición china este siempre viva en sus paredes con millones de piezas. Al recuperar el método artesanal reutilizando los materiales de desecho la obra es un claro ejemplo de economía circular.

3.6.2. Escuela sustentable en Jaureguiberry (2016)

El siguiente proyecto es del conocido arquitecto estadounidense Michael Reynolds. Sus construcciones son proyectos ecológicos que se adaptan al medio y son autosuficientes. La escuela se ubica en la localidad costera de Jaureguiberry (Uruguay), siendo la primera escuela pública sostenible de América Latina. Tiene unas dimensiones de 270 m², siendo de



Ilustración 12. Escuela sostenible Michael Reynolds. Fuente: Earthship Biotechure

planta rectangular y alargada, y su ejecución tuvo una duración de 45 días. En su construcción participaron cerca de 500 personas, donde pudieron aprender todo sobre el método constructivo del arquitecto. Los materiales empleados fueron 60% reciclados (ruedas, botellas de plástico, botellas de vidrio, latas, cartón, etc.) y un 40% materiales tradicionales de la zona. Consiste en un espacio de aprendizaje donde se han aplicado los principios fundamentales de sostenibilidad: utilización de materiales reciclados, tratamiento de aguas grises y negras, acondicionamiento térmico pasivo, energías renovables, recolección y potabilización de aguas de lluvia, producción de alimentos orgánicos. Además, se impartirán talleres donde poder ir concienciando a la población sobre la sostenibilidad del planeta, como el reciclaje, la reutilización, las energías renovables, etc.

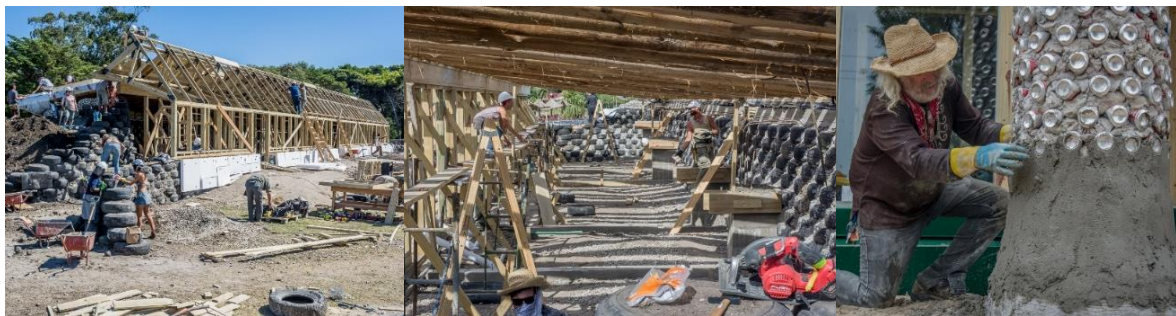


Ilustración 13. Construcción escuela sostenible. Autor: Lorena Presno.

Ilustración 14. Ejecución muro contorno y estructura de madera. Autor: Lorena Presno.

Ilustración 15. Michael Reynolds ejecutando un pilar. Fuente: Earthship Biotechure

La orientación fue un punto importante para aprovechar la luz natural y el calor. Para ello realizaron en todo su contorno un muro mediante neumáticos, barro y paja de 1 metro de ancho, siendo uno de los aislantes naturales más eficientes. De esta forma se aprovecha la inercia térmica del terreno que permite que las temperaturas en su interior no varíen durante todo el año.



Ilustración 16. Invernadero escuela. Fuente: Earthship Biotecture

Ilustración 17. Interior aulas. Autor: Lorena Presno.

Ilustración 18. Vidrieras con botellas de vidrio. Fuente: Earthship Biotecture

En la fachada norte, exenta de muro, crea un invernadero siendo el pasillo que conecta las aulas con el exterior. Está preparada para una ocupación de alrededor de 100 personas, contando con tres aulas de 45 m², dos baños y dos recintos de instalaciones. Este proyecto puede ser un buen ejemplo para conseguir una arquitectura artesanal y bioclimática donde se apliquen principios de sostenibilidad minimizando de este modo los efectos producidos en el planeta.

Estos son dos ejemplos, entre muchos otros, donde se aprecia que en la arquitectura se puede conseguir un ahorro de recursos naturales mediante el uso de materiales reutilizados o reciclados de la zona de actuación. Pero no solo se trata de alargar el ciclo de vida de los materiales, también es importante pensar en todas las edificaciones existentes e inutilizadas.

3.7. Reutilización de edificaciones

La población cada vez es mayor, lo que provoca ciudades hiperdensas con falta de suelo y recursos naturales. Por esta razón se ha de comenzar a pensar en el parque construido actual, y no olvidarlo, cambiando el pensamiento de demoler y construir de nuevo. Es aquí donde entra el concepto analizado de economía circular, poniendo en valor las edificaciones obsoletas en la actualidad que poseen un gran potencial arquitectónico, aplicando la reutilización de ellas, aprovechando los recursos ya generados, pudiendo mejorar sus prestaciones con una mínima intervención.

“La utopía moderna empieza hoy. Empieza con la idea del reciclaje de los espacios, que permite estrategias de unión, hibridación y transformación; estrategias que generan complejidades a las que no se podrían llegar borrando lo existente”.¹

¹ Druot, F., Lacaton, A. & Vassal, J. P. (2007). Plus: La vivienda colectiva. Territorio de excepción. Barcelona: Gustavo Gili. P.48.

Cuando se reutiliza una edificación la forma de plantear el proyecto cambia, ya que no se comienza desde cero, se trata de pensar en cómo reordenar, transformar y completar el espacio para adaptarlo a su nueva funcionalidad.

Otro aspecto interesante de la rehabilitación de edificaciones es el mantener y conservar el patrimonio histórico, para poder transmitir nuestro legado. A continuación, destacamos unas rehabilitaciones donde se aplica estos conceptos, mantener el patrimonio industrial adaptándolo a un nuevo uso, dejando la esencia de la edificación original.

3.7.1. Fábrica de creación Fabra i Coats en Barcelona (2019)

La primera rehabilitación que analizar se trata de la Fábrica textil de Fabra i Coats, que forma parte del patrimonio industrial barcelonés, construida entre 1910 y 1920. Llegó a ser una de las principales industrias textiles de toda Europa, pero en los años setenta todo fue cambiando y tuvieron que cerrar. Desde entonces ha estado abandonada, hasta que en 2008 se propuso un concurso para su rehabilitación y cambio de uso, con la creación de viviendas sociales. Los ganadores fueron el estudio de arquitectura Roldán + Berengué (R+B) que finalizaron la obra en 2019.



Ilustración 19. Fachada fábrica de ladrillo cara vista que se mantiene. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

En el estado original dicha fábrica estaba formada por una gran nave de estructura metálica con doble altura y todo su cerramiento de ladrillo cara vista, teniendo también dos torres adosadas. Una de las principales estrategias del proyecto fue aumentar a cuatro la altura manteniendo la estructura, el forjado y la fachada. Esto pudo llevarse a cabo gracias a unas subestructuras de madera ligera que son las propias viviendas que se introducen en el volumen original. Esta nueva estructura no debía sobrepasar los 1.100 kg/m² de capacidad de carga que era el límite de la nave original. De esta forma se termina haciendo compatible una estructura original con una nueva.



Ilustración 20. Estrategia de proyecto. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

Otro aspecto interesante es que toda la intervención puede ser desmontable, pudiendo adaptar la edificación a cualquier otro uso. Como comenta Mercé Berengué²:

“La construcción debe ser como un texere, que se pueda coser y descoser luego”.

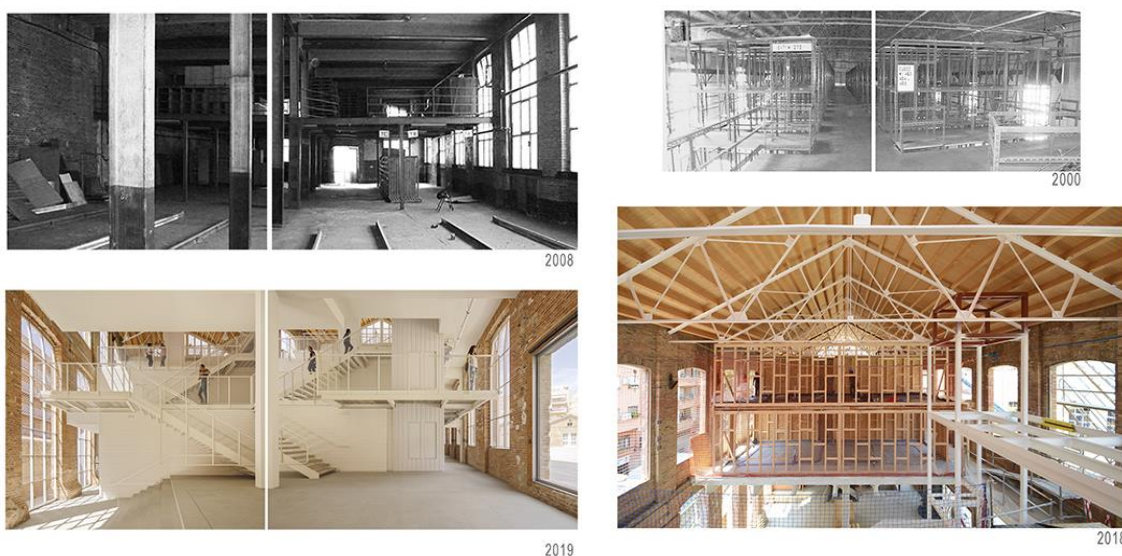


Ilustración 21. Fotografías del estado anterior y actual. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

Ilustración 22. Fotografía del estado anterior y actual donde se observa la estructura de madera que es una translación de las antiguas estructuras de acero usadas como estanterías para el almacenaje de hilos. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

La relación entre el exterior y el interior también es muy importante, ya que en todo el proyecto se tiene muy presente la intersección entre el espacio público de la calle con la zona del vestíbulo interior. La fachada con grandes huecos se convierte en una gran ventana para la edificación, pudiendo contemplar el interior sin importar si es de día o de noche.

² Conferencia “Lecciones aprendidas foro cerámico” organizadas por Hispalyt con la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Alicante. (11/11/2020)

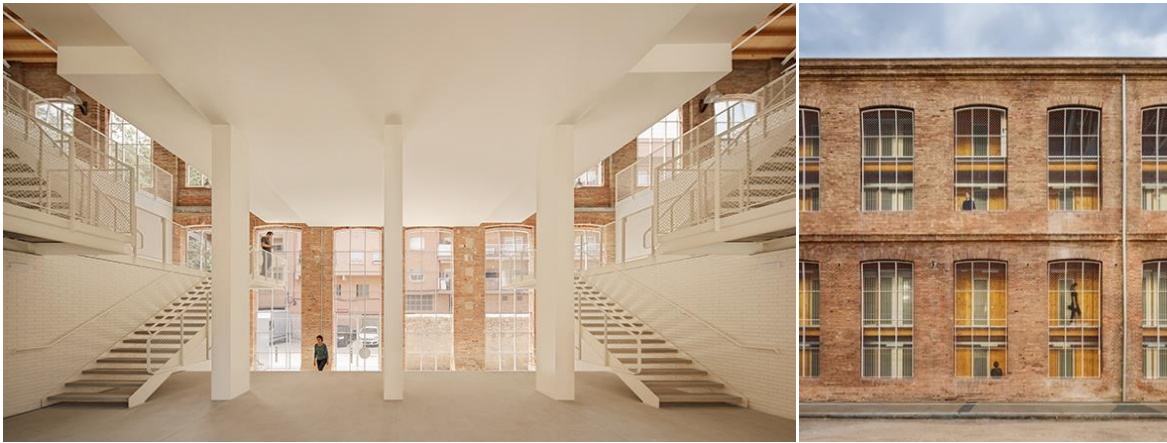


Ilustración 23. Vestíbulo central unión espacio público con privado. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

Ilustración 24. Relación interior - exterior a través de los huecos de fachada. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

En su interior se consiguió ubicar 47 viviendas, siendo la primera vez que se realizaba esto en una nave industrial. Todas ellas están separadas de la estructura original, permitiendo que sean pasante, existiendo ventilación cruzada.



Ilustración 25. Separación entre construcción existente y nueva. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

Ilustración 26. Viviendas pasantes. Autor: Roldán + Berengué, arqts.

Aunque el proyecto fue el ganador del concurso les llevo diez años hacerlo realidad. Pero es deslumbrante que se pueda recuperar el patrimonio histórico industrial dando vida a infraestructuras que tuvieron gran importancia en el pasado.

3.7.2. La conservera. Antigua fábrica de conservas de Ceutí en Murcia (2010)

La siguiente rehabilitación se trata de la antigua fábrica de conservas de Ceutí de principios del siglo XX, desde dicho municipio siempre se ha mostrado gran interés y sensibilidad hacia el Patrimonio Industrial de la zona. Por esta razón desde la administración apuestan por la idea de recuperar estas edificaciones dándoles una segunda vida, pero siempre dejando la esencia de la tradición conservera.

Para ello se encargó el proyecto a los arquitectos Enrique Nieto y Fernando de Retes. Sus objetivos principales fueron conseguir intervenir lo mínimo y siempre mirando por la economía y el tiempo, respetar al máximo la antigua fábrica y transformación de los patios como nuevos espacios de exposición.



Ilustración 27. La conservera tras su rehabilitación. Autor: David Frutos

Todo el complejo posee cuatro naves conectadas interior y exteriormente mediante una serie de patios, teniendo un total de 4800 m² de superficie. Al centro cultural se accede por la parte norte. Uno de los aspectos a destacar son los diferentes volúmenes de acceso, creando unos umbrales metálicos que sobresalen del propio edificio. De este modo se capta la atención del visitante guiándolo durante su visita por las diferentes salas de exposición.

Para mantener la memoria histórica del lugar se decidió respetar todos los volúmenes originales con sus patios. Para ello se conservó toda la estructura metálica y todos sus cerramientos de fábrica de ladrillo visto, únicamente se recubrió con chapas metálicas, lo que fue un gran acierto para captar la atención de sus visitantes. Las chapas galvanizadas elegidas fueron diferentes según la zona de colocación, desde acabado en deployé dejando un aspecto exterior en forma de textil permitiendo entre sus huecos la vista del propio volumen, hasta las más básicas siendo lisas, plegadas o perforadas.



Ilustración 28. Fachadas con revestimiento metálico inclinadas. Autor: David Frutos

Además, cabe destacar que esta opción también es eficiente al disminuir la energía que penetra a la edificación, creando esta segunda piel una cámara de aire, funcionando como una fachada ventilada. Y su colocación en algunas zonas del patio inclinadas fue una

buena elección para el control del factor solar en el interior, creando unas zonas de sombras y protección para poder utilizarlos como zona exterior de exposiciones. En toda la intervención se procuró utilizar materiales industrializados, realizados en taller disminuyendo de este modo el tiempo de ejecución.



Ilustración 29. Interior de nave de exposición. Autor: David Frutos

Con todo ello consiguieron realizar una rehabilitación manteniendo la esencia del pasado, dejando la identidad y recuperando sus espacios interiores, por esta razón es un claro ejemplo de arquitectura reversible y de reciclaje de una edificación existente. Y con su nuevo uso como Centro de Arte Contemporáneo La Conservera también se ha conseguido situar al municipio Ceutí en el panorama cultural de Murcia.

En estos dos casos mostrados se emplea la teoría de restauración de Camilo Boito³, que consistía en: *“intervenir lo mínimo indispensable y siempre diferenciar la obra preexistente de lo nuevo, con lenguajes, materiales y técnicas del presente, dejando un claro contraste.”* De esta manera siempre se queda la huella del pasado de la edificación original y se adapta a las necesidades actuales.

En conclusión, lo importante es evolucionar hacia una economía circular donde nuestra sociedad apenas genere residuos, con un uso de materias primas mínimo consiguiendo que el planeta sea más sostenible. Recuperar, reutilizar y reciclar los materiales de la construcción es uno de los primeros pasos para conseguirlo, y aunque en un principio parezca algo inviable hemos podido comprobar que ya existen muchos proyectos que lo aplican y, además, hay casos de arquitectura reversible.

³ Temario sobre las “Teorías de Intervención en el patrimonio histórico” de la asignatura de Composición Arquitectónica 6 impartida por el profesor Andrés Martínez Medina de la Universidad de Alicante (Curso 2020-2021)

4. METODOLOGÍA

Para la realización del presente proyecto previamente se ha realizado un análisis para dar a conocer la situación actual de la gestión de residuos en el mundo de la construcción y de las opciones que disponemos para reutilizar y reciclar desde materiales hasta una propia edificación. A partir de este punto comenzamos la búsqueda de una edificación donde poder poner en práctica todo lo investigado hasta ahora. Tras la elección de varias edificaciones que nos interesaron se hace un baremo descartando y quedándonos finalmente con el Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda.



Figura 10. Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda. Autor: Elaboración propia

Una vez que hemos elegido se comienza con el inventario para poder conocer a fondo el edificio. Para ello contactamos con las administraciones relacionadas en el ámbito del ferrocarril y de Novelda, facilitándonos el acceso para la toma de datos el propio Ayuntamiento (Concejalía de Cultura y Patrimonio Histórico).

Mientras se producían estos trámites seguimos documentándonos sobre la historia de la llegada del ferrocarril a Alicante, con su paso por Novelda. La realización de este análisis se ha ido produciendo en primer lugar por lo más general, con el nacimiento del ferrocarril por esta zona, pasando por las estaciones y sus tipologías, llegando a los muelles de mercancías y acabando con una línea del tiempo desde los orígenes hasta la actualidad. Luego ya nos adentramos en la Estación de Novelda, ubicándola, definiendo su composición arquitectónica, hasta llegar a lo más concreto, el Muelle de Carga, donde se realiza una breve explicación de los cambios a lo largo de los años.

Tras el análisis, la elección y la documentación, pasamos a explicar los posibles caminos a tomar para tener una buena base de materiales reciclados o reutilizados, los cuales nos puedan servir para la rehabilitación de nuestra edificación. Comenzaremos señalando una serie de vertederos ilegales ubicados en medio de la naturaleza, todos ellos próximos a la zona a actuar, y que están perjudicando al ecosistema, por tanto, se ha de evitar. Para ello se plantea la utilización de esos objetos para ir poco a poco eliminándolos del paisaje natural. Luego seguiremos mostrando algunas edificaciones que se encuentran abandonadas o inacabadas y no poseen ningún interés arquitectónico para poder rehabilitar, por lo tanto, serían idóneas para una posible demolición y recuperación de materiales. Y terminaremos haciendo un listado de empresas de la zona a las cuales hemos podido ponernos en contacto y verificar que parte de sus productos o residuos industriales son reciclados o reutilizados.

Con todo ello una vez tenemos el edificio a rehabilitar, toda la documentación necesaria para conocerlo y una fuente de materiales reciclados o reutilizados para poder emplear, pasaremos a la realización del proyecto.

Cabe destacar que con todo lo comentado el objetivo es obtener materiales de la zona para poder reconstruir o actuar en el muelle, adaptándolo a las nuevas funciones planteadas. Por su proximidad a las industrias del mármol, nos centraremos en analizar su proceso de fabricación, desde la obtención en la cantera hasta la creación de elementos, lo que genera una serie de residuos. Estos serán los utilizados para la creación de unas arquitecturas estructurales interiores.



*Figura 11. Piezas extraídas de la cantera de Piedra Bateig (Novelda)
junto a residuos de la industria. Autor: Elaboración propia*

4.1. Elección de edificación para rehabilitar. Muelle ferroviario

Para poner en práctica todo lo visto hasta el momento decidimos buscar una edificación industrial del siglo XX con cierto valor histórico, cuya estructura sea de la era de la arquitectura del hierro. Como nuestra intención es rehabilitarla, se busca que actualmente se encuentre en desuso o abandonada y a poder ser, interiormente sus espacios sean lo más diáfanos posible. Con el objetivo de darle una segunda vida y reutilizarla, volviéndole a dar el valor que merece ya que son espacios con grandes oportunidades, aunque no cuenten con ninguna protección o catalogación oficial. Este legado que nos ha llegado es nuestra obligación identificarlo, protegerlo, conservarlo, rehabilitarlo y transmitirlo al futuro.

Para comenzar la búsqueda elegimos varias propuestas próximas a la zona de Alicante, para poder realizar un buen trabajo de campo, así como de investigación histórica como punto de partida. De esta manera nos documentaremos sobre todo lo existente referente al inmueble, aunque lo que cuenta será la realidad, su conservación.

Comenzamos por la localidad de Elda, donde la potencia industrial es el calzado y durante el siglo XX existían grandes empresas que en la actualidad ya han cerrado, dejando sus grandes naves industriales en desuso. Esto ocurría porque en un principio estas industrias se ubicaban en la periferia, pero con el crecimiento de la ciudad fueron quedándose en el interior. Los avances en las normativas urbanísticas y sus restricciones por la falta de higiene y aumento de contaminación causó que muchas de estas empresas tuvieran que cerrar y trasladarse a polígonos, donde la única actividad era la industrial.

OPCIÓN 1 - FÁBRICA DE KURHAPIES EN ELDA



Figura 12. Captura extraída de Google Earth. Autor: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Figura 13. Fachada principal de Kurhapiés. Autor: Elaboración propia

Uno de estos ejemplos es la fábrica de calzado “Kurabies” que nació en 1946 con la visita del Rey Juan Carlos de Borbón, siendo una de las más importantes del siglo XX. A causa de la crisis de 2008, que no pudo sobrellevarla, en 2010 se echa el cierre. Su situación próxima al centro de la ciudad la hace ideal para poder transformarla y volver a darle vida. Sus fachadas con grandes huecos, una amplia zona de acceso y sus grandes dimensiones daría la posibilidad de crear un uso pensado para la juventud.

Acudimos al ayuntamiento e intentamos contactar con los propietarios, pero nos informan que en 2014 falleció el fundador y actualmente pertenece a sus familiares, pero no hemos conseguido poder contactar con ellos para que nos la puedan enseñar. Acudimos al departamento de urbanismo del ayuntamiento, preguntando por información respecto a dicha nave, pero allí por tema de confidencialidad no pueden facilitarnos datos ni teléfonos de nadie. También es cierto que cuenta con 3.296 m² de superficie e igual para el caso práctico sería demasiado grande para un Trabajo Final de Grado. Por estas razones, aunque es una pena no poder intervenir en ella, la descartamos para nuestro caso práctico, ya que buscamos poder realizar una buena investigación del inmueble para conocerlo y poder actuar adecuadamente.

La siguiente opción se trata también de otra fábrica de calzado ubicada dentro de la ciudad, pero más hacia el sur, en la calle Miguel Servet.

OPCIÓN 2 - FÁBRICA DE CALZADO EN ELDA



Figura 14. Captura extraída de Google Earth. Autor: Elaboración propia a partir de Google Earth.



Figura 15. Fachada principal de la nave. Autor: Elaboración propia

Comenzamos a investigar y tras preguntar a varias empresas cercanas a la nave nos comentan que actualmente no se sabe a quién pertenece, diciéndonos que lo más seguro es que se encuentre embargada. Durante todos estos años han ido pasando muchas empresas

del calzado, alquilando la nave, hasta hace pocos años que ya está en desuso. Tras llamar a un teléfono que nos facilitan e intentar obtener información para poder acceder, como no conseguimos nada desistimos también.

Tras descartar estas dos naves industriales de la industria del calzado de Elda, nos trasladamos a La Colonia de Santa Eulalia, pedanía próxima a Sax. Su origen es de mitad del siglo XIX, pero fue en el siglo XX cuando se convirtió en una importante zona. Se construyeron grandes edificios de gran interés arquitectónico que en la actualidad se encuentran próximos a la ruina. Entre ellos destacamos la fábrica de harinas “El Carmen” de 1930, siendo uno de los mejores conservados. El gran edificio cuenta una gran nave central de tres plantas y dos laterales de doble altura. Su cubierta a dos aguas tiene la dirección longitudinal del edificio. Según hemos leído en el artículo “*La Colonia de Santa Eulalia: Origen, creación, evolución y decadencia*” (Evolución, 2017), en su interior resaltan los altos pilares de fundición.

OPCIÓN 3 - FÁBRICA DE HARINAS “EL CARMEN” EN SAX



Ilustración 30. Fachada principal Fábrica de Harinas “El Carmen”. ⁽¹²⁾



Ilustración 31. Postal del interior de la Fábrica de Harinas. ⁽¹³⁾

Vamos a visitar la edificación y sus alrededores, encontrándose todo abandonado y la mayoría de las edificaciones en ruina. Esta es una de las que mejor se conserva. Próximo a la colonia existen varias viviendas aisladas tipo campo. Nos acercamos a ver si conseguimos hablar con alguien que nos pueda ayudar a obtener información o hablar con el encargado de todo aquello para poder acceder. Tras tocar a varias casas conseguimos que en una nos atiendan y nos dicen que nos acerquemos al ayuntamiento de Sax, ya que ellos no conocen a nadie que nos pueda ayudar. También nos dicen que hace unos años hubo desprendimientos en la fábrica de harinas, encontrando luego una noticia en el periódico Información de ello: (*Desprendimientos En La Fábrica de Harina de La Colonia de Santa Eulalia - Información*, n.d.).

Nos ponemos en contacto con el ayuntamiento de Sax, siendo la administración más próxima a la Colonia. Allí nos informan de que el conjunto de todas las edificaciones industriales y singulares fue declarado Bien de Interés Cultural con categoría de Espacio Etnológico en el año 2016. Pero todo el complejo pertenece a un propietario, que no tiene interés en rehabilitarlo y darle el valor que merece. No muestran mucho interés en ayudarnos a poder conseguir información o acceder a la edificación para tomar los datos necesarios, insistiendo en que es propiedad privada y en la actualidad vive en Barcelona, no teniendo nadie llave para acceder.

Aunque se trata de una edificación muy interesante, que puede ser un inicio de revalorización de la Colonia de Santa Eulalia, no conseguimos que nos faciliten la documentación y el acceso, por lo tanto, con mucha lástima decidimos prescindir también.

OPCIÓN 4 - BODEGA COOPERATIVA EN MONÓVAR



Figura 16. Captura extraída de Google Earth. Autor: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Ilustración 32. Fachada principal Bodega Cooperativa de Monóvar. Fuente: Bloc Monóvar. Autor: Gines Serrello.

La siguiente opción se ubica al sur de Monóvar y se trata de la Bodega Cooperativa del año 1900. Actualmente se encuentra abandonada pero exteriormente parece muy interesante. Consta de varias naves conectadas interiormente. Nos acercamos a visitarla, pero solo se puede acceder al jardín, el resto solo se puede observar por algún hueco o ventana rota, sin poder acceder. Investigando por internet encontramos varias páginas de Facebook sobre la historia de Monóvar donde podemos ver a ciertos ciudadanos que muestran interés en dicha Bodega y en su restauración. En sus comentarios echaban de menos que desde la administración no intervinieran en recuperar este espacio histórico y conmemorativo de sus antepasados. En uno de sus posts encontramos fotografías del estado actual de su interior.



Ilustración 33. Vista interior nave con estructura de madera. Fuente: Rincones de Monovar (Facebook).

Ilustración 34. Vista interior nave con estructura metálica. Fuente: Rincones de Monovar. (Facebook).

Tras ver estas fotografías observamos que en su interior existen unos depósitos y una serie de pasarelas y recorridos, que son interesantes, pero no se adecuan al espacio diáfano que buscamos para intervenir. Por lo tanto, aunque resulta un lugar interesante para rehabilitar no será la opción elegida.

Por último, nuestra elección es el Muelle de Carga de Mercancías de la Estación de Novelda. Se trata de una edificación de principios del siglo XX, con estructura metálica unida mediante roblones, muy interesante para conservarla. En la primera visita, aunque no pudimos entrar, se percibe desde el exterior que se trata de un espacio diáfano, donde almacenaban las mercancías. Su ubicación a las afueras de la ciudad y junto a la estación de tren nos da la opción de poder reutilizarla dándole una segunda vida relacionado con su entorno. Su cubierta a dos aguas con la recogida de aguas lineal y la tubería de pluvial incorporada al diseño, todo ello realizado con fundición resulta un magnífico trabajo artesanal de la época, igual que toda su estructura metálica. Además, sus dimensiones y su estado de conservación se adecuan a la reutilización de la edificación que es el objetivo del trabajo a realizar.

OPCIÓN 5 - MUELLE DE MERCANCÍAS ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA



Figura 17. Estructura metálica unida mediante bulones. Autor: Elaboración propia.

Figura 18. Vista exterior del Muelle de Mercancías. Autor: Elaboración propia.

4.2. Búsqueda de información y toma de datos

Una vez decidido la edificación a intervenir comienza nuestra fase de investigación, en la cual deseamos realizar un buen trabajo de archivo como punto de partida para poder intervenir correctamente. En esta fase es fundamental una búsqueda sobre todo el patrimonio gráfico e histórico existente, como también de la comprobación de todo ello con la realidad, que es lo que manda, su conservación actual. Ambos procesos deben ir en paralelo para terminar con un correcto inventario.

Para ello nos pusimos en contacto con asociaciones y fundaciones del ferrocarril, trabajadores de la empresa de Adif (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), profesores de la Universidad de Alicante que han investigado sobre el tema, entre otros.

- APIVA (Asociación del Patrimonio Industrial Valenciano), donde Sonia Garcés Romero nos facilitó el contacto de Railia para que nos asesorasen mejor sobre nuestra búsqueda.
- Railia (Instituto de Historia Ferroviaria de Alicante), que contactamos con Aitor Escorza Ripoll, quien nos facilitó sitios webs como la del Museo del Ferrocarril de Madrid, la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 150 años del Ferrocarril Alicante-Madrid, o la búsqueda de bibliografía realizada por Inmaculada Aguilar, autora que ha investigado sobre el mundo del ferrocarril. También nos facilitó documentación sobre otros muelles con las mismas características que el seleccionado, pero ubicados más por la Vega Baja.
- Personal de la empresa de Adif. De la estación de tren de Elda hablamos con Emilio, quien nos facilitó el contacto de Jerónimo que trabaja en el archivo patrimonial de Murcia. Tras buscar y no encontrar nada respecto a la estación y muelle de Novelda, nos dio el contacto de Teresa Zafra Camón, arquitecta que trabaja en el departamento de Patrimonio y Urbanismo de Xàtiva (Valencia). De este archivo nos facilitaron un plano general de 1890 donde se puede apreciar que el muelle respecto a la actualidad ha tenido modificaciones.
- Concejalía de Cultura y Patrimonio Histórico del Ayuntamiento de Novelda, donde contactamos con María Dolores Abad Guerra. Tras comentarle que estaríamos interesados en visitar y buscar información respecto al muelle de la estación nos pasó el contacto de un compañero suyo. José no tardó en contactar con nosotros y concertar una

visita donde pudimos medir toda la edificación para su posterior levantamiento de planos, y tomar todas las fotografías necesarias del interior. Esta visita se realizó el 4 de marzo, y junto a él nos acompañó Daniel Andrés, el arqueólogo del Museo de Novelda. Tras tomar toda la información necesaria Daniel nos invitó al Museo Arqueológico de Novelda, regalándonos dos revistas con información de la edificación. ⁽¹⁵⁾

- Profesora de urbanismo de la Universidad de Alicante, Olga Grao Gil, quien realizó una charla en el III Congreso de Patrimonio Histórico-Cultural del Vinalopó sobre “*La implantación de la línea ferroviaria Madrid-Alicante: el despertar de las comunicaciones en el valle del Vinalopó*” ((Elda), 2019). Ella nos volvió a mencionar a Inmaculada Aguilar, referenciándonos varios libros suyos, también nos aconsejó que buscáramos un artículo de Andrés Martínez Medina sobre el Modernismo en Novelda “*El legado de un esplendor comercial*” y la revista del Vinalopó del año 2007 con el título “*150 años del tren*”. Sobre el congreso que realizó no nos pudo informar mucho, ya que justo este año están editando un libro con toda la información recibida.
- Profesor del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante, Javier García Barba, quien durante años fue Jefe de Explotación de Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana. Él nos aconsejó que nos pusiéramos en contacto también con el Archivo Histórico Ferroviario o preguntáramos en la Estación de Alicante por documentación sobre Novelda, perteneciendo este entramado a ADIF.
- Profesora del Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante, Asunción López Peral, quien realizó su Tesis sobre “*La incorporación del hierro y el hormigón a la construcción en Alicante: de la llegada del ferrocarril a la consolidación de los nuevos sistemas estructurales*” (Peral, n.d.). Nos comentó que nos pusiéramos en contacto con el Archivo Histórico Ferroviario que se encuentra en el Museo del Ferrocarril de Madrid, el Archivo General de la Administración de Madrid y el Archivo Municipal de Alicante.



Figura 19. Imagen del uso actual de la Estación de Novelda-Aspe. Autor: Elaboración propia.

- AHF (Archivo Histórico Ferroviario) contactamos con ellos porque en su web tienen un apartado de archivo histórico y encontramos varias referencias a la estación de Novelda. Tras escribirles nos contestó la coordinadora Leticia Martínez García quien nos avisó de que toda esa documentación se podría conseguir o bien acudiendo al Museo del Ferrocarril de Madrid o solicitando la reproducción de algunos documentos mediante su servicio de reprografía. Con la situación sanitaria actual vemos inviable poder realizar un viaje a Madrid, y respecto a pedir los documentos, como en el archivo nos aparecen bastantes referencias, no sabríamos exactamente lo que necesitamos, y al tener unas tarifas, decidimos no solicitar nada. No obstante, como nos facilitan un documento con imágenes de la estación y el muelle de Novelda, éstas serán utilizadas en el presente trabajo.
- AGA (Archivo General de la Administración) con quien contactamos el 8 de abril de 2021 y nos contestó Lorena Cabello Ibáñez que nos comentó algo similar a Leticia de AHF, visitar la documentación en Madrid o pedirles lo necesario.
- AAAF (Asociación Alicantina de Amigos del Ferrocarril), que hablamos con el presidente Juan Fernando Orts Abengozar que nos comunicó que no tenían información y documentación respecto a los muelles de mercancías de la línea Alicante-Madrid. En su web encontramos una serie de revistas informativas sobre el mundo del ferrocarril, sin encontrar nada relevante.
- AHP (Archivo Histórico Provincial de Alicante) donde nos avisaron que no tenían ninguna documentación referente al muelle de mercancías de la estación de Novelda.
- Archivo municipal de Alicante donde acudimos el 21 de abril y encontramos libros interesantes como *“El ferrocarril en Alicante: pasado, presente y futuro”*, entre otros.
- José Fernández Herrero, amigo y ciudadano de Elda aficionado al mundo del ferrocarril, quien nos ayudó a poder contactar con las asociaciones y personal de ADIF.

Estas personas son las que se han preocupado en ayudarnos a documentarnos sobre la historia de la llegada del ferrocarril a Alicante para el conocimiento a fondo de la edificación, mediante revistas, libros, artículos o tesis... además de una exhaustiva búsqueda por internet. A continuación, hemos realizado un breve resumen sobre lo más relevante respecto al tema, relacionándolo siempre con nuestro Muelle de Carga de la Estación de Novelda.

4.3. La llegada del ferrocarril a Alicante

En el siglo XIX, la llegada de la máquina de vapor a España con su nueva tecnología de transporte conectó diferentes puntos del país realizando una revolución y progreso industrial a nivel nacional.

En Alicante comenzó en una edad temprana gracias a la compañía MZA (Madrid - Zaragoza - Alicante) que estaba compuesta por la banca Rothschild, el Grand Central francés y el Marqués de Salamanca, siendo una de las más importantes en el ámbito español.



Ilustración 35. Azulejos de la Estación de Ferrocarril de Aranjuez. Autor: Ángel Serrano Sánchez de León.

La importancia de conectar Alicante con Madrid fue por la relevancia de su puerto, siendo uno de los más cercanos y la orografía del trayecto, siendo la primera ciudad costera conectada con la capital. La redacción de los proyectos de dicha línea comenzó aproximadamente sobre el año 1846, abierto al público en marzo del 1858, con la llegada del primer tren a Alicante. Aunque su inauguración oficial fue en mayo del mismo año, con la visita de la reina Isabel II. Para realizar el trayecto era necesario 17 horas de viaje, teniendo una distancia de 455 km. Al comienzo generó un gran impacto económico, provocando un aumento del comercio nacional y el desarrollo del turismo del interior hacia la costa. A principios del siglo XX cerca del 40% del tráfico de mercancías del corredor del Vinalopó se realizaba a través del ferrocarril.

La llegada del ferrocarril produjo un impacto en la sociedad, nuevas formas de viajar a destinos desconocidos, la facilidad de movilidad entre localidades, etc. Por esta razón se comenzaron a construir hoteles, restaurantes, nuevos enlaces de unión a las carreteras, nuevas industrias en la zona, balnearios, etc.



Ilustración 36. Locomotora MZA 668. Fuente: Archivo Histórico Ferroviario.

Todas las personas que podían permitírselo viajaban a Alicante por sus baños en el mar, que significaban en la época salud, higiene y relación social.

4.3.1. Estaciones Ferroviarias

En las estaciones ferroviarias encontramos una estandarización arquitectónica propia de la revolución industrial y la era mecánica. De esta manera se prioriza la ejecución, simplificando el trabajo de proyectar un modelo diferente para cada ubicación, ahorrando en tiempo y costes de materiales. La única diferencia entre ellas era que dependiendo del tráfico de mercancías y viajeros tenía más módulos, existiendo cuatro clases, compartiendo entre ellas el proyecto.

La primera clase consistía en grandes edificaciones donde se aplicaba elementos singulares arquitectónicos para destacar su importancia, como por ejemplo la terminal de Alicante. La segunda y tercera eran edificaciones más modestas situadas paralelamente a las vías y sin ningún elemento destacado arquitectónico, como las de Novelda o Sax. Eran las más utilizadas ya que eran sencillas y funcionales. Y, por último, las de cuarta clase estaban formadas por una única edificación de un módulo, siendo las más sencillas que existen, como la de Crevillente o la Colonia de Santa Eulalia (desaparecida en la actualidad).



Ilustración 37. Estación de Alicante, primera clase. ⁽¹⁴⁾

Ilustración 38. Vista general del edificio de viajeros de Novelda, segunda clase. (1946) Fuente: AHF-MFM (Ribera Colomer, Francisco)

Ilustración 39. Estación de tren Sax, tercera clase. (1858) Autor: Jean Laurent

Ilustración 40. Estación de la Colonia de Santa Eulalia, cuarta clase. (1868) Autor: Alberto Ochoa García

Todas tenían un lenguaje clasicista, encontrando vanos con arcos de medio punto enmarcado por pilastras y fuertes cornisas, una clara simetría, con sistema modular y la regularidad en sus proporciones. En general el edificio de viajeros lo situaban paralelamente a las vías. El recorrido entre Madrid y Alicante se componía de estaciones por cada pueblo que pasaba, con parada obligatoria, ya que la intención era potenciar la industria y el turismo. La ubicación de ellas siempre era a las afueras de la población (excepto Villena), lugares que se convirtieron con los años en un foco urbanístico y zona industrial, potenciando la economía. En ocasiones se situaban entre dos poblaciones para utilizarlo como nudo de comunicación entre ellas. De esta forma, al encontrarse alejado de las poblaciones se comenzaron a crear nuevos barrios junto a las estaciones. Desde el propio jefe de la estación que vivía con su familia y era quien se encargaba de que todo funcionara correctamente, siguiendo por todos los trabajadores tanto de la estación como de las industrias próximas.

4.3.2. Muelles de mercancías

Además del edificio de viajeros, se cuenta con otros componentes formando entre todos ellos el conjunto de la estación de ferrocarril. Entre ellos encontramos los muelles de mercancías siendo imprescindibles para la época. Las dimensiones de ellos dependían del servicio de distribución que ofrecía la estación, y su ubicación de normal era enfrente del edificio de viajeros, en el mismo lateral, paralelamente a las vías. Aunque inicialmente se situaban perpendicular a las vías, con el tiempo se dieron cuenta que necesitaban varias de ellas y las maniobras necesarias para cargar y descargar era mayor, por este motivo se cambió.

En otros países europeos existían tres variedades de muelles, pero en España solo se empleaba uno de ellos. Estos tenían una composición sencilla con planta rectangular, cubierta a dos aguas con prolongación hacia el exterior, y simetría a las dos direcciones. Su construcción era de muros de mampostería portantes y estructura interna de madera o hierro fundido. Las piezas elegidas para su cerramiento exterior son de piedras de forma regular revestidas interiormente con un estuco de yeso blanco. El acabado de la cubierta a dos aguas era de palastro ondulado.



Figura 20. Muelle de mercancías de la Estación de Novelda. Autor: Elaboración propia.

Para facilitar la carga y descarga en muchas ocasiones era frecuente encontrar rotondas o semirrotondas en el centro de las vías, que permitía que por medio de una placa giratoria el vagón pudiera dirigirse hacia el muelle, ayudando en las maniobras. Muchas edificaciones de este tipo originalmente tenían estructura de



Ilustración 41. Muelle de mercancías de la estación de Novelda. (1946) Fuente: AHF-MFM (Ribera Colomer, Francisco)

madera, siendo de menores dimensiones, con algunas zonas descubiertas. Con el paso de los años y la importancia en el sector industrial con el aumento de mercancías, fueron evolucionando, buscando espacios más amplios, cubiertos y diáfanos.

La arquitectura ferroviaria fue una de las primeras construcciones donde se empleaba el hierro fundido como elemento principal, de forma que se buscaban espacios diáfanos y la única estructura que aguantaba la máxima luz entre sus apoyos eran estás.

4.3.3. Evolución hasta la actualidad

A continuación, se muestra una línea del tiempo con los avances que ha tenido la línea Madrid - Alicante desde su inicio, se puede visualizar en el ANEXO n°2.

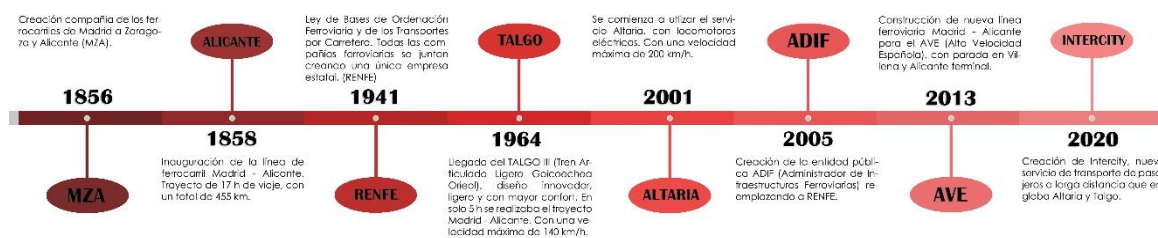


Figura 21. Línea del tiempo de evolución del transporte ferroviario. Autor: Elaboración propia

En nuestro día a día, donde el tiempo es nuestro mayor tesoro, buscamos llegar a sitios lejanos lo más breve posible, de ahí la importancia de los trenes de mayor velocidad, que nos comunican entre grandes ciudades.

En la actualidad, las nuevas generaciones estamos abrumadas con tanta tecnología informática que no valoramos lo que pudo suponer la llegada del ferrocarril a nuestras ciudades, no apreciando el legado del patrimonio arquitectónico de nuestros antepasados.

Tras el análisis histórico realizado sobre la llegada del ferrocarril a nuestras vidas, llegamos a la reflexión sobre el patrimonio industrial perteneciente al sector ferroviario, que con las nuevas necesidades de la ciudad del siglo XXI nos hace pensar en posibles nuevos usos para estas edificaciones, sin perder la esencia, carácter y memoria histórica. Para ello elegimos la estación de Novelda, donde analizaremos su historia y evolución, queriendo reutilizar el muelle de mercancías para darle una nueva vida.

4.4. Estación de Novelda

La estación de Novelda se ubica entre la rambla del Plá y la de Vergara, lugar elegido por su orografía y encontrarse próximo a Novelda y Monforte del Cid. Dicha estación es una de las más antiguas que se conserva en España, construida en 1858 junto con la de la línea Madrid - Alicante.

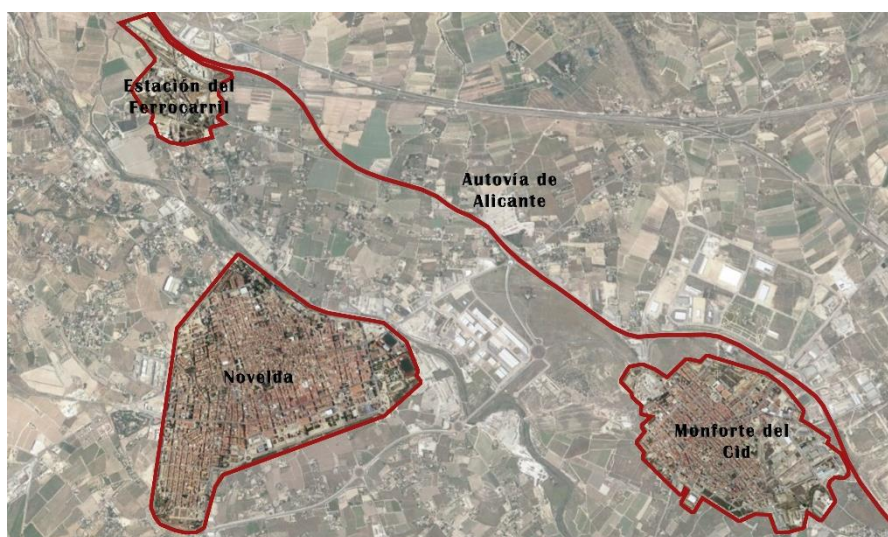


Figura 22. Mapa situación de la estación de Novelda con respecto a Novelda - Monforte del Cid - Autovía de Alicante. Autor: Elaboración propia.

Esta estación, era de segunda clase como ya hemos mencionado, siendo su construcción sencilla y estándar. La edificación tiene un núcleo central con dos alturas y dos módulos laterales de una altura, con menores dimensiones y retranqueados del principal, existiendo una simetría en las dos direcciones. En la parte inferior central encontramos cinco vanos con arcos de medio punto, siendo la entrada y salida de los viajeros, y en los laterales tres. En la planta superior se encontraba la vivienda del jefe de la estación donde vivía con su familia. Los vanos de la parte superior son de arco rebajado, encontrando otros cinco. Cabe destacar que, aunque se trataba de un proyecto sencillo en todas sus puertas, ventanas, cornisas, zócalos y esquinales se remarcó con molduras de ladrillo combinado con estuco blanco para

destacarlo del resto de paramento de color. Otro aspecto destacable es la cubierta, siendo la del módulo principal a dos aguas y la de las laterales planas transitadas, para utilizarlas como terraza en la parte superior.



Ilustración 42. Estación de Novelda (2019).⁽¹⁵⁾

Con los años y la llegada de la arquitectura del hierro fundido se construyó una marquesina metálica que cubre una zona del andén, junto a las vías. En la actualidad se mantiene la estructura original, el único cambio se produjo a principios del siglo XXI, con el cambio de la cubrición por una de panel sándwich.



Figura 23. Marquesina de hierro fundido de finales del siglo XIX. Autor: Elaboración propia.

En la actualidad es una de las mejores conservadas, aunque ya se ha intervenido en algunas ocasiones, adaptándola al uso, consecuencia de la evolución del tiempo, siempre se ha mantenido la esencia del original.

Novelda es una de las tantas estaciones que aumentó el desarrollo de la actividad industrial y turística de la zona, pero con el avance de las tecnologías en el transporte, el aumento de la compra de vehículos propios y la disminución de mercancías fue decayendo. En la actualidad el uso predominante es para viajes de pasajeros. La última vez que se conoce que se transportó mercancías fue cuando hace unos años, la empresa Levantina quiso volver a potenciar el uso del ferrocarril para el traslado de piezas de piedras importadas de la India, pero no se volvió a realizar. (*El Puerto de Alicante Recupera Su Actividad Ferroviaria*, 2010).

Los trenes siguen recorriendo la línea Madrid - Alicante, pero no realizan todas las paradas como al principio, en los últimos años con la llegada del AVE (Alta Velocidad Española), teniendo su propia línea diferente a la del ferrocarril, ha provocado que muchas de las estaciones se encuentren cerradas, abandonadas y sin utilizar.

Con la demolición de importantes edificios industriales parece que se ha comenzado a tomar conciencia en su conservación, y aunque estén en desuso forman parte de nuestra historia. Por esta razón es de nuestro interés el rescatar el Muelle de Carga de la Estación de Novelda para darle una segunda vida, pero previamente vamos a analizar la edificación desde sus orígenes para saber cómo poder intervenir sin borrar el recuerdo histórico.

4.5. Muelle de mercancías de Novelda ⁽⁴⁾

El edificio elegido para rehabilitar se trata del antiguo Muelle de Ferrocarril de la Estación de Novelda. Inicialmente la estación contaba con un pequeño muelle de estructura de madera, con una parte cerrada de 14 x 5 m y otra abierta de 26 x 5 m. Con los años y el desarrollo industrial de la zona fue necesario ampliarlo, es por ello que en 1869 se cuenta con una zona cubierta de 30 x 8 m y abierta de 10 x 8 m. En la parte del sur se ubicaba una grúa para cargar la piedra de la zona.

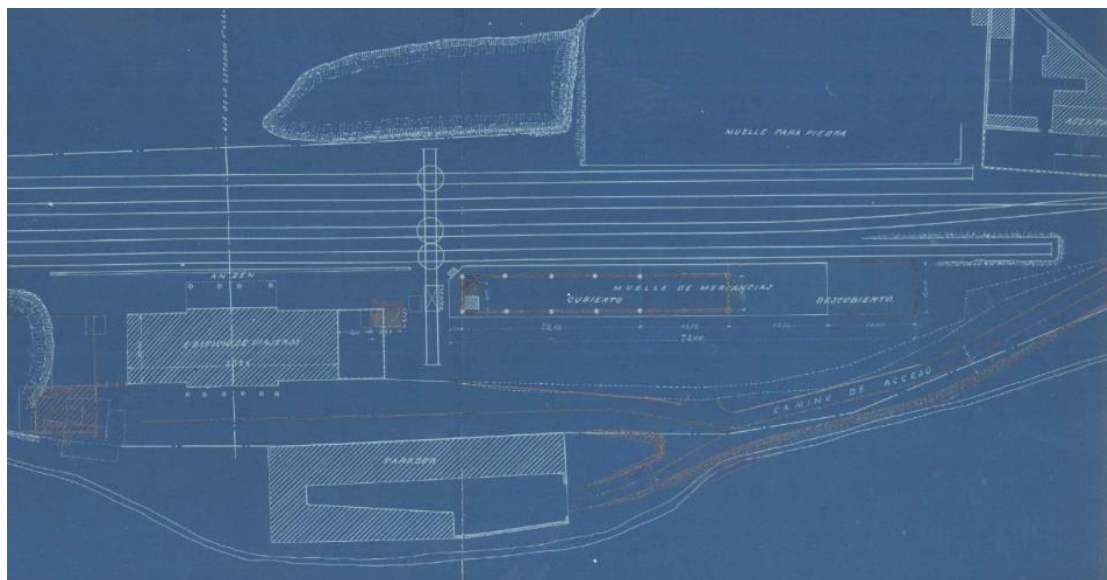


Ilustración 43. Plano de la modificación del edificio de la estación de Novelda. (1890) Fuente: Archivo patrimonial de ADIF.

⁴ Quaderns de la Mola nº1 que trata de 150 años del ferrocarril en Novelda y Betania 2009 donde hay un artículo “Viaje por nuestro Camino de Hierro” donde hablan sobre la estación.

Pero el gran cambio se realizó en 1908, cuando se construye lo que encontramos hoy en día, una edificación de la arquitectura del hierro que combina elementos de fundición con perfiles laminados. Toda la estructura metálica está formada por unos pilares metálicos de perfiles laminados unidos. Y la cubierta está formada por cerchas Polonceau, donde en función del esfuerzo al que estén sometidos los elementos que la conforman son de un tipo u otro. Por esta razón, los que trabajan a tracción son cables y en cambio los que trabajan a compresión son piezas de mayores dimensiones.



Figura 24. Cerchas Polonceau estado actual. Autor: Elaboración propia.

El roblón empleado en este tipo de estructuras metálicas de hierro fundido se introduce en los agujeros de las chapas de unión. Luego se calentaba la punta opuesta a la cabeza hasta alcanzar la temperatura para poder moldearla para dejarla de la misma forma que la cabeza. Y una vez que se enfría el roblón se contrae comprimiendo las chapas a unir. Este tipo de unión hoy en día no se realiza existiendo mejores técnicas de unión, pero no por ello es menos interesante.

Las dimensiones finales fueron de 75 m x 8 m. Su uso inicial consistía en la manipulación, almacenaje y facturación de mercancías, aunque a lo largo de su vida ha ido cambiando su utilización. En los muros laterales existen



Figura 25. Unión mediante roblones. Autor: Elaboración propia.

10 puertas correderas de 1,65 m de ancho por 2,15 m de altura que discurrían por el paramento exterior para el servicio de mercancías.

Tras el breve análisis inicial sobre el ferrocarril y la edificación a intervenir, continuamos señalando ciertas opciones donde se puede conseguir una buena fuente de materiales para su reutilización o reciclaje para nuestra intervención. Estos caminos son en primer lugar los vertederos ilegales que encontramos en medio de la naturaleza por la zona de Alicante. En segundo lugar, encontramos edificaciones abandonadas o inacabadas, de donde se podría sacar una parte y utilizarla. Y, por último, nos hemos puesto en contacto con ciertas empresas de la zona donde parte de sus productos son reutilizados o reciclados.

4.6.Fuente de materiales. Vertederos ilegales

¿Quién no ha ido caminando por rutas de montaña y se ha encontrado una zona con escombros y residuos? Esto es algo que la sociedad no quiere ver, pero es perjudicial para todos. Si entre todos no cuidamos el planeta, va a llegar un punto que solo tendremos paisajes destrozados. Esta opción como hemos comentado son los vertederos ilegales que encontramos en medio de la naturaleza. Estos nacen de personas que no tienen consideración con los ecosistemas que nos rodean, depositando los escombros, desechos y basura en vez de llevarlos a puntos de recogida o contratar a gestores de residuos, prefieren abandonarlos en cualquier lugar. Por esta razón quiero remarcarlos, porque si evitamos que esto suceda y además intentamos reutilizarlos o reciclarlos, poco a poco podríamos regenerar estos espacios naturales.

A continuación, muestro algunos de estos ejemplos encontrados por la zona de Alicante. El primero se ubica a las afueras de Sax y se trata de una gran explanada llena de escombros, maderas, palés... como se puede observar en las imágenes inferiores.



Figura 26. Escombrera ubicada en Sax dirección Salinas. Autor: Elaboración propia.

Figura 27. Escombrera ubicada en Sax dirección Salinas. Autor: Elaboración propia.

La siguiente que quiero mostrar también se ubica en Sax, por la zona norte dirección a la zona natural “El Plano”. En este espacio encontramos gran variedad de residuos, como sanitarios, restos de azulejos, escombros, restos de suelas y objetos de la industria del

calzado... Pero lo más preocupante son los restos de uralita sueltos entre la naturaleza, con lo peligroso que es este material por su composición de fibrocemento. Este material está compuesto por fibras de amianto, siendo altamente tóxico para el medio ambiente.



Figura 28. Sanitarios abandonados en medio de la naturaleza. Autor: Elaboración propia.

Figura 29. Montañas de escombros entre vegetación. Autor: Elaboración propia.

Figura 30. Escombros entre la naturaleza. Autor: Elaboración propia.

Figura 31. Restos de uralita. Autor: Elaboración propia.

Y el último, mostramos otro que se encuentra junto a la carretera de Elche dirección al centro comercial “El L’Aljub” por la zona del “Camino Viejo de la Rápita”. Esta zona se encuentra llena de carteles publicitarios, de forma que todos los que pasen con el coche capten su atención y no observen el resto. Pero cuando vas a andar por la zona observas todos los residuos desechados, muebles, cartones, ropa, escombros, cables eléctricos, etc.



Figura 32. Zona de vertedero con los carteles publicitarios al fondo. Autor: Elaboración propia.

Figura 33. Restos de cartones y basura en la naturaleza. Autor: Elaboración propia.

Figura 34. Muebles, ropa y cartones desechados en zonas naturales. Autor: Elaboración propia.

Existen muchos más sitios como estos por la zona de Alicante, pero con estos tres ejemplos queda claro que esto no puede seguir así, no se pueden hacer obras y depositar los restos en cualquier lado. El problema de España es que hay muchas personas que no se

quieren responsabilizar de la gestión de residuos ahorrándose los costes que esto conlleva, sin mencionar la cantidad de economía sumergida que existe.

La sociedad ha de tomar conciencia y en toda obra o industria donde se generen residuos se ha de tener un contenedor con su posterior recogida y tratado en una planta específica que se encarguen de su reutilizado o reciclaje.



Figura 35. Contenedor de residuos de una reforma. Autor: Elaboración propia.

En un principio puede resultar complicado reutilizar este tipo de materiales encontrados en vertederos ilegales, siendo de gran variedad, pero la intención de nombrarlos es dar a conocer el problema y buscar una solución. En general como ya hemos comentado los materiales de construcción tienen muchas oportunidades para ser reutilizados o reciclados, pero lo que jamás debería hacerse es esto, abandonarlos en mitad del medio ambiente.

La naturaleza es muy sabia y si no la conservamos como es debido llegará un momento que no nos suministre nuestras necesidades básicas como lo son el oxígeno, los alimentos, así como el agua potable. Cuando se abandona algo en medio del monte con el tiempo la naturaleza se apropia del objeto, haciéndolo suyo o descomponiéndolo, contaminando todo su alrededor.

En el siguiente apartado nos centraremos en ver edificaciones que se encuentran deshabitadas, abandonadas y pueden convertirse en otra fuente de obtención de materiales a reutilizar o reciclar antes de que el proceso de degradación natural lo devuelva al medio ambiente.

4.7. Fuente de materiales. Edificaciones abandonadas o sin terminar

La siguiente forma de conseguir materiales para su posterior reutilizado o reciclado es a través de edificaciones inacabadas, deshabitadas y abandonadas, donde nos plantearíamos demoler. Vamos a diferenciar en dos opciones, las del estado de abandono o ruina y las que quedaron sin terminar.

Comenzaremos por las que se encuentran en estado de ruina o abandonadas, pero antes cabe destacar que para que una edificación se declare en ruina, el presupuesto de ejecución de material de su rehabilitación debe superar el 50% a su valor bruto. Esto ocurre cuando las edificaciones las dejamos de mantener, por tanto, el paso del tiempo avanza más rápido de lo debido, notándose un progresivo deterioro de los materiales.

Vamos a mostrar tres ejemplos próximos al caso de estudio. Comenzaremos con las ubicadas en la pedanía de Orito, donde encontramos una masía totalmente en ruinas del 1900. Como se puede observar en las figuras inferiores, aunque esté muy deteriorada aún se podría recuperar materiales para su posterior reutilizado o reciclado, como pueden ser las tejas cerámicas, la madera de sus carpinterías o las piedras de sus muros.



Figura 36. Aspecto casa desde la carretera. Autor: Elaboración propia.

Figura 37. Vista fachada principal de la vivienda en ruinas. Autor: Elaboración propia.

Figura 38. Vista lateral. Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Vista de como la naturaleza se funde con la arquitectura abandonada. Autor: Elaboración propia.

La siguiente opción se trata de tres grandes casas ubicadas enfrente de la anterior. Estas son de entre 1930 y 1950. Poseen una composición arquitectónica más simple que la anterior, siendo todas ellas una edificación de doble altura con cubierta a dos aguas. En ellas también se podría obtener materiales del mismo modo que hemos comentado con anterioridad.



Figura 40. Tres casas en proceso de ruina. Autor: Elaboración propia.

Figura 41. Tres casas en proceso de ruina. Autor: Elaboración propia.

Figura 42. Primera casa en avanzado estado de ruina. Autor: Elaboración propia.

Figura 43. Segunda casa en proceso de ruina. Autor: Elaboración propia.

Tras visitarlas observamos que en todo el terreno exterior de la parcela hay todo tipo de materiales de construcción entre otros, por lo tanto, puede ser que estas viviendas pertenezcan en la actualidad al ayuntamiento. Aunque únicamente lo utiliza como almacén de materiales, sin intención de recuperar las edificaciones.



Figura 44. Vista lateral de la vivienda donde se observan los materiales en el exterior. Autor: Elaboración propia.

Figura 45. Vista fachada principal de la vivienda de 1930 donde se observan los materiales en el exterior. Autor: Elaboración propia.

Todas estas se encuentran en una zona a las afueras del núcleo central de viviendas. Pero la siguiente se ubica en el centro del municipio Monforte del Cid. La vivienda es del año 1900 y está formada por la unión de varias de ellas, que fueron en su día compradas y reformadas. Esta no hemos ido a visitarla, pero la información y documentación gráfica ha sido facilitada por Rafael Berná Mirambell.

Desde el exterior ya se puede observar que hay una zona mejor conservada que otra, la de la zona de la izquierda (*Ilustración 45*). No obstante, aunque no esté en situación de ruina la edificación se encuentra abandonada y bastante afectada por el paso del tiempo.



Ilustración 44. Vista vivienda desde la esquina. Autor: Rafael Berná Mirambell

Ilustración 45. Fachada principal con acceso a la vivienda. Autor: Rafael Berná Mirambell

Cabe destacar que en esta opción hay más materiales a recuperar que en las anteriores, ya que hemos podido conseguir fotos del interior. Como observamos en la (*Ilustración 46*) parte de la vivienda posee baldosa hidráulica que se puede recuperar, limpiar y volver a reutilizar. En la zona de la esquina, el forjado es de cañizo, existiendo zonas más afectadas que otras, pero parte de las cañas y vigas de madera pueden ser reutilizadas o recicladas (*Ilustración 47*). Y, por último, hemos querido mostrar la escalera de subida hecha de obra y revestida con azulejo cerámico y remate de madera, pudiéndose quitar y reutilizar también.



Ilustración 46. Pavimento de baldosa hidráulica antiguo a recuperar. Autor: Rafael Berná Mirambell

Ilustración 47. Forjados de cañizo en mal estado. Autor: Rafael Berná Mirambell

Ilustración 48. Escalera de madera y cerámica a recupera. Autor: Rafael Berná Mirambell

A continuación, vamos a comentar dos opciones de proyectos inacabados donde poder obtener materiales más recientes y en mejores condiciones. No obstante, cabe resaltar que, para reutilizar materiales extraídos de una obra existente, han de ser bastantes, es decir, no tiene sentido el coger una parte de cada edificación. Esto supondría un elevado gasto energético debido a todo el proceso que ello conlleva.

El primer proyecto inacabado se trata de una nave abandonada ubicada en Alicante. Como se observa en la imagen la edificación está formada por una estructura metálica de vigas y pilares, con doble altura, y una cubierta metálica. Esta sería una buena opción de recuperación de todos los materiales, ya que es más sencillo de demoler al tener únicamente el esqueleto. Tanto la estructura como la cubierta se encuentran en buenas condiciones.



Figura 46. Nave abandonada en la avenida Denia de Alicante. Autor: Elaboración propia.

Por último, hemos encontrado un hotel inacabado en la zona de la Albufereta de Alicante. Como podemos comprobar en las figuras inferiores la obra se quedó a medias en la fase de acabados, por lo tanto, las carpinterías serían una buena opción de recuperación y reutilización. Pero para ello los huecos deberían de cuadrar con nuestro proyecto, sino fuera así de nada sirve. No pudiendo acceder al interior se intuye que muchos de los acabados pueden ser recuperables.



Figura 47. Vista por la zona trasera del Hotel. Autor: Elaboración propia.

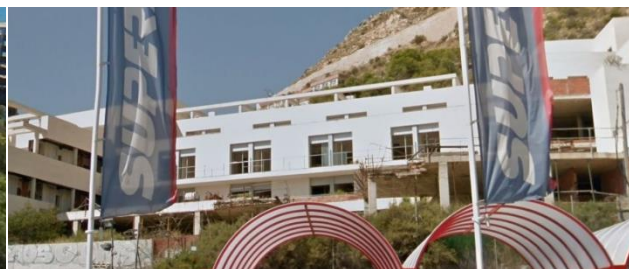


Figura 48. Vista por la fachada principal del Hotel. Autor: Elaboración propia.

Aunque estas opciones son buenas para conseguir materiales hay que tener en cuenta que nuestro objetivo es la reutilización de elementos de la construcción con el fin de minimizar los impactos medioambientales. Pero cuando se demuele parte de una edificación y se decide reutilizarla, hay que tener en cuenta que hay que desmontarla, manipularla, transportarla, volver a manipularla para su colocación final. Y con todos estos pasos hay veces que es mejor no reutilizarla, porque el resultado final es contradictorio con el fondo planteado de minimizar los impactos al medio ambiente. Sin embargo, si encontramos una construcción donde su demolición y transporte sea de manera sencilla sí que se puede reutilizar.

Tras el sondeo realizado de vertederos y edificaciones llegamos a la conclusión de que hay poco que se pueda reutilizar para nuestra rehabilitación, no teniendo mucho sentido por el gasto energético que ello conlleva. Concluyendo que para nuestra intervención y rehabilitación en el muelle de carga de la estación de Novelda recurriremos a empresas que se encarguen de recuperar estos materiales, poniéndolos de nuevo a la venta, siendo todos reciclados o directamente reutilizados.

4.8. Industria de la zona dedicada a la reutilización y reciclaje de RCD

Desde siglos pasados, la falta de recursos naturales para poder construir o mantener las edificaciones hacia inevitable que todos los materiales empleados fueran locales, teniendo de este modo un ahorro de energía, ya que el transporte es mínimo.

Para una adecuada gestión de residuos no hay que olvidar que se ha de tener en cuenta la recogida y el transporte. Por esta razón, previamente vamos a realizar una investigación sobre los residuos generados en las industrias de la zona a actuar. Industrias que se centran en el reciclaje de materiales, incluyendo productos que me van a servir a la hora de realizar el proyecto para la reforma del muelle de la estación.

La función de los gestores de residuos es primordial en estos temas que estamos tratando, teniendo la labor de recoger, transportar y entregar los residuos para su posterior tratamiento a empresas autorizadas para ello. Todas ellas han de tener una acreditación documental que especifiquen su correcto almacenamiento y los pasos a seguir, para su reciclaje.

4.7.1. Cerámica

Matmap

Empresa ubicada en Alicante centro, a 28 minutos de la edificación a tratar, y se dedica a la gestión de materiales reutilizables, facilitando la compraventa de ellos. De esta manera se convierte en una gran oportunidad para conseguir que la economía circular en la construcción funcione como deseamos. Podemos encontrar todo tipo de materiales cerámicos como tejas, azulejos, ladrillos, celosías o pavimentos.

La Avenida Cerámicas

Negocio situado en Petrer, a tan solo 11 minutos del Muelle. Esta especializada en cerámica con venta de piezas tanto reutilizadas, como nuevas. Poseen una gran gama de todo tipo de acabados nuevos, pero también se preocupan por el medio ambiente, intentando recuperar piezas de muchas demoliciones para su nuevo uso.

4.7.2. Metal

Vimetal

En Villena, a 21 minutos de nuestra intervención encontramos una empresa dedicada a la recuperación de materiales metálicos para su posterior reciclaje. Se encargan de la recogida de chatarra como piezas de aluminio, cobre, plomo, zinc, zamak, acero inoxidable, bronce y latón, para triturarla, separar los materiales para usarlos de nuevo como materia prima. Además, también gestionan los residuos metálicos que pueden tener un segundo uso en el sector de la construcción, teniendo la oportunidad de facilitarlo tanto a particulares como a empresas.

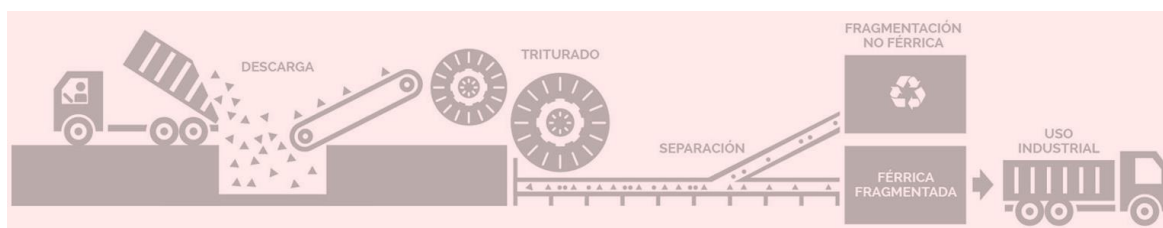


Ilustración 49. Trituración y fragmentación de metales. ⁽¹⁶⁾

Albert Metal Recycling

Empresa dedicada al reciclaje de metales situada en Alicante, a 19 min de la Estación. Se encargan de la recuperación de todo tipo de metales, además de cartón, papel y plástico. Su misión es adquirirlos, clasificarlos y más tarde pasar a su venta y tratamiento.

4.7.3. Madera

Tecmasa

Podemos encontrar centros Tecmasa en varias comunidades de España, pero la más próxima a nuestro proyecto se encuentra en Pozo Cañada en Albacete, a 1 hora y 26 minutos. Es una de las grandes empresas nacionales encargadas de la recuperación y reutilización de la madera.

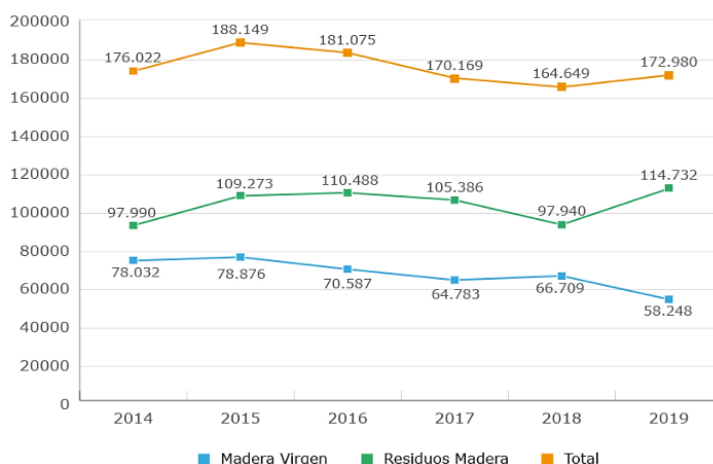


Ilustración 50. Evolución recepciones de madera Tecmasa. ⁽¹⁷⁾

AliPal

Industria de Crevillente, a 28 minutos del Muelle de Novelda. Se dedica a recuperar, reciclar y compraventa de todo tipo de maderas, con un gran almacén para garantizar el material a los clientes. Pueden facilitar medidas no estándares ideales para cualquier tipo de proyecto, así como el transporte.

4.7.4. Vidrio

Camacho recycling

Empresa pionera en el reciclaje de vidrio a nivel nacional. Se ubica en Caudete, a 33 minutos de nuestra edificación. Se encargan de la recogida de todo tipo de vidrio, tratamiento y fabricación de nuevos productos para todo tipo de sectores.

Infinity

Negocio situado en Villena, a 23 minutos de Novelda. Son especialistas en recogida, selección, lavado y reutilización de botellas de vidrio, para su posterior venta.

4.7.5. Plástico

AliPal

Además de dedicarse a la madera, también son especialistas en la recuperación de piezas de plástico, que mediante termo soldadura con aportación de material virgen de alta densidad consiguen dar una segunda oportunidad a los productos de plástico.

Levantina Industria de Plásticos

Empresa ubicada en Aspe, a tan solo 16 minutos de nuestra intervención. Se dedica a la recuperación de todo tipo de plásticos para su posterior reciclaje. El objetivo de todos sus productos es tener una alta calidad a través de la reutilización de la materia prima ya empleada.

4.7.6. Pétreos

Levantina de mármol y Bateig - Piedra Natural

Al encontrarnos en Novelda, el producto estrella de la construcción es el mármol y la piedra Bateig. Por esta razón, en las proximidades de la Estación se encuentra Levantina y Piedra Natural Bateig, empresas pioneras a nivel nacional e internacional. Ambas están muy comprometidas con la sostenibilidad del medio ambiente, por esta razón cumplen con la normativa UNE-EN ISO 14021 (ICONTEC Internacional, 2019). Cumplen con un procedimiento de gestión de los residuos y tratamiento de reciclaje de aguas que explicaremos con más detalle en el siguiente apartado.

Sabospa

Negocio situado en Alicante, a 21 minutos de la Estación. Se dedican a la recogida y puesta en valor de los escombros de la construcción, tratándolos, triturándolos y dándoles una segunda oportunidad. Como resultado final ofrecen todo tipo de materiales pétreos.



*Figura 49. Restos de residuos de la cantera.
Autor: Elaboración propia*

Por la proximidad que tiene nuestro caso práctico con la industria del mármol cabe hacer un análisis más exhaustivo sobre todo el funcionamiento, desde que lo extraen de la cantera hasta que crean el producto final, destacando todos los residuos generados. De este modo se podrá plantear en nuestro proyecto unas intervenciones interiores en base a estos restos.

4.9. Industria del mármol y estudio de los residuos que genera

Para poder conocer el funcionamiento de la industria del mármol de Novelda nos pusimos en contacto con la “Asociación de la Comunidad Valenciana del mármol de Alicante”, atendiéndonos la Gerente Encarni Abad y su compañera Isabel Fornies. Dentro de su agenda enseguida nos hicieron un hueco organizándonos una visita el día 10 de mayo a la empresa “Bateig - Piedra Natural” situada próxima a nuestro muelle de carga. A continuación, muestro un breve resumen de todo lo aprendido gracias a Gregorio Berna, quien nos fue explicando paso a paso los procesos de esta industria tan importante en nuestra zona para el mundo de la construcción.

Las canteras son como ciudades de extracción de piedra natural donde existe gran maquinaria encargada de ir cortando en grandes bloques. Cabe destacar que se utiliza técnicas de continuo reciclaje del agua necesaria para el corte. Además, en los últimos años se está poniendo interés en restaurar las áreas ya extraídas, como es el caso de la cantera de Pinoso transformada en un teatro (Este Pasado Fin de Semana Se Estrenaba “Electra” En La Cantera Restaurada Del Monte Coto, Con Un Gran Éxito | Vivir En Pinoso, n.d.).



Ilustración 51. Cantera de Piedra Bateig situada entre Novelda y Elda. ⁽¹⁸⁾

Figura 50. Despútes y bolos de cantera. Autor: Elaboración propia

Una vez llegan los bloques de la cantera a la fábrica comienza su segmentación. La grúa los va depositando en el exterior, donde se ubican unas guías y rotondas incrustadas en el

suelo, estás con ayuda de unos carros son las que se encargan de introducirlos al interior. Una vez dentro se realiza el corte de placas mediante grandes cuchillas.



Figura 51. Grúa para descargar los bloques de la cantera. Autor: Elaboración propia

Figura 52. Guías y rotondas en el suelo y carros para movimiento e introducción de los bloques. Autor: Elaboración propia

Ya que tenemos las placas seccionadas se llevan a otra zona de la nave donde existe un robot que las va cortando a la medida deseada para su posterior tratamiento. Estos pasos van desde el bloque más basto hasta la pieza totalmente pulida. Además de maquinaria para cortar las piezas a medida, existen otras para perfilar los bordes, realizar hendiduras, marcar grabados, etc. Y una vez están las piezas listas pasan a taller de pulido, donde ya se realiza a mano.



Figura 53. Máquina de corte del bloque a placas. Autor: Elaboración propia

Figura 54. Robot de corte según medidas programadas. Autor: Elaboración propia



Figura 55. Máquina perfiladora de bordes. Autor: Elaboración propia

Figura 56. Máquina realizando hendiduras. Autor: Elaboración propia

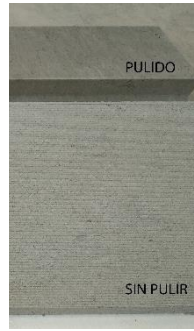
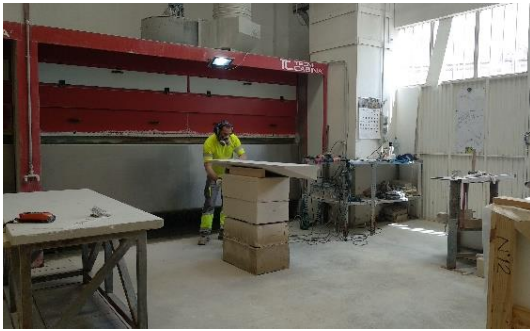


Figura 57. Operario puliendo la pieza final. Autor: Elaboración propia

Figura 58. Cambio entre pieza pulida y sin pulir. Autor: Elaboración propia

Figura 59. Piezas terminadas listas para embalar y llevar a obra. Autor: Elaboración propia

Estas maquinarias necesitan agua para refrigeración, por esta razón esta empresa tiene una zona de depósitos con conductos donde en todo momento se va reutilizando el agua, siendo purificada a través de varios procesos.



Figura 60. Depósitos de reutilización del agua. Autor: Elaboración propia

Figura 61. Depósitos de reciclaje del agua. Autor: Elaboración propia

En la zona del robot y la maquinaria de corte los residuos se van depositando en una cinta transportadora los restos llegando a un carro situado en el exterior. Este una vez lleno lo llevan a la zona de escombros y desechos, donde una vez a la semana viene un camión y los transporta a antiguos yacimientos de arcilla situados por la zona. Estas actuaciones medioambientales se están llevando a cabo desde 2013.



Figura 62. Cinta transportadora de restos de piedra. Autor: Elaboración propia

Figura 63. Carro de recogida de residuos de piedra natural. Autor: Elaboración propia



Figura 64. Zona de escombros y residuos. Autor: Elaboración propia



Figura 65. Restos generados la mañana del lunes. Autor: Elaboración propia

De esta manera rehabilitan y revitalizan espacios naturales ayudando a la sostenibilidad y disminuyendo el impacto ambiental que produce dicha industria. En estos espacios previamente se realiza un excavado de terreno, se van depositando todos los restos y posteriormente se cubre con la tierra quitada inicialmente. Con los años se consigue integrar a nivel paisajístico con la revegetación autóctona.



Figura 66. Casquillos, marmolina y polvo de mármol. Autor: Elaboración propia



Figura 67. Montañas de residuos inertes de la industria del mármol. Autor: Elaboración propia



Figura 68. Tierra extraída previa. Autor: Elaboración propia



Figura 69. Espacio ya rehabilitado y revitalizado. Autor: Elaboración propia

Este sector en Alicante produce un 60% de toda la exportación de mármol en España, según informe facilitado por la “Asociación de la Comunidad Valenciana del mármol de Alicante” (Relevantes et al., n.d.), por tanto desde las administraciones le han de dar más importancia por el gran volumen de residuos que se generan.

Estos se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Los generados en la cantera mientras la extracción de los grandes bloques, siendo roca caliza sin tener en la actualidad ninguna comercialización. Estos restos son conocidos como lodos.
- Los procedentes del corte de piezas a medida, ocasionando restos de plaquetas o losas de diferentes texturas, acabados y dimensiones.
- Los producidos en la fase de aserrado y pulido de la piedra, generando casquillo, marmolina (pasta de carbonato cálcico) y polvo de mármol.

A partir de este análisis y estudio de las diferentes formas de obtener materiales a reutilizar o reciclar se comenzará con la fase de proyecto donde se buscará utilizar estos residuos aplicados en nuestra rehabilitación en el muelle de carga.

5. PROYECTO DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE DEL MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA

En la actualidad se está impulsando la rehabilitación de edificaciones, ya sea de manera parcial o integral, aprovechando los recursos existentes, igualando o mejorando sus prestaciones iniciales. De esta forma también se consigue tener una sensibilidad hacia el medio ambiente, evitando la generación de residuos que se produce en una demolición y posterior obra nueva, además de un ahorro energético.

Además, en nuestro caso, que se trata de una edificación de la era del hierro perteneciente a la historia ferroviaria que constituye una seña de identidad siendo parte del patrimonio de nuestros antepasados. Este legado que hemos adquirido nos hace responsables de identificarlo, protegerlo, conservarlo, rehabilitarlo y transmitirlo al futuro.

Nuestra reutilización como alternativa constructiva se centrará en usar productos de origen y fabricación local, se tendrá en cuenta el aprovechamiento de la energía solar mediante estrategias de iluminación natural para reducir el consumo eléctrico tanto de refrigeración como de iluminación, entre otros aspectos de confort interior, ventilación y acústicos. Siempre pensando en el bienestar de nuestros usuarios.

5.1. Estado actual. Análisis estructural y constructivo del Muelle de carga

El estado actual de la edificación a intervenir no está muy deteriorado a pesar de los años que han pasado. Cuando accedimos el 4 de marzo pudimos comprobar que actualmente el único uso que tiene es de almacén para el ayuntamiento o la estación. A continuación, realizaremos un análisis estructural y constructivo para conocer más a fondo la zona a actuar.

Como ya comentamos con anterioridad la estructura es metálica y toda unida mediante roblones. La cubierta a dos aguas está formada por unos cuchillos del tipo Polonceau, donde en función del esfuerzo al que estén sometidos los elementos que la conforman son de un tipo u otro. De modo que los que trabajan a compresión son vigas de hierro fundido siendo elementos gruesos para resistir los esfuerzos, en cambio, los que trabajan a tracción son cables. Y estos apoyan en los pilares que también están formados por perfiles de hierro fundido del tipo IPE 180. Este tipo de estructuras son toda una joya en la actualidad, por todos los detalles que tiene, el trabajo demostrado en esos años es admirable, estando todo hecho a base de elementos de acero laminado con uniones roblonadas. Además, toda la instalación antigua de luz por el interior y exterior forma parte de todo el conjunto.



Figura 70. Estructura de cuchillos Polonceau. Autor: Elaboración propia



Figura 71. Articulación cercha apoyo tipo 1, con rigidez en la unión empotrada. Autor: Elaboración propia

Figura 72. Instalación de luz por el interior. Autor: Elaboración propia

Figura 73. Articulación cercha apoyo tipo 2, sin rigidez en la unión empotrada. Autor: Elaboración propia

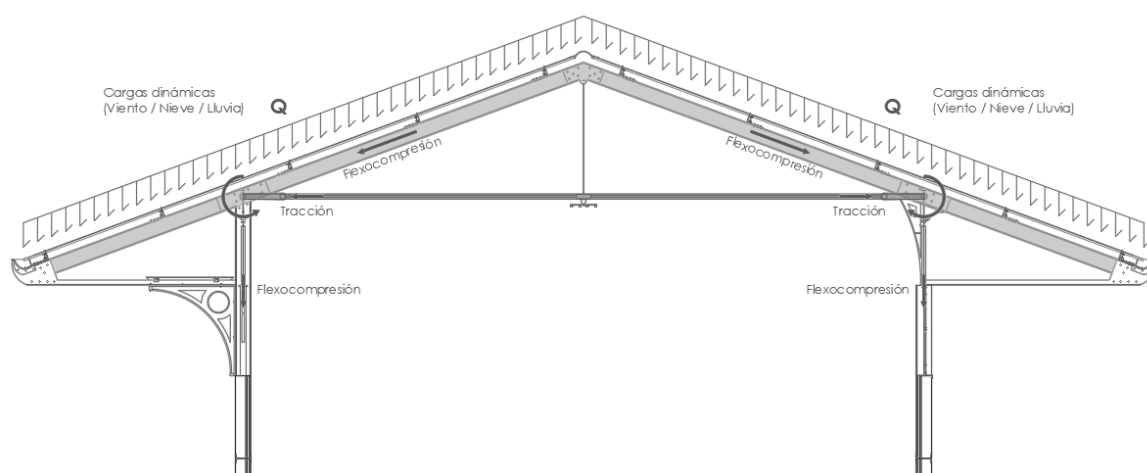


Figura 74. Esquema funcionamiento estructural. Autor: Elaboración propia

El acabado de la cubierta a dos aguas es de palastro ondulado, con un voladizo hacia el exterior de 2,54 m. En la actualidad se encuentra bastante deteriorado por el paso de los años. Como se observa en la figura siguiente la mayoría de su superficie se encuentra oxidada, teniendo goteras hacia el interior. Para la recogida de aguas encontramos un canalón lineal en cada extremo que forma parte de la propia estructura de hierro fundido, con las propias bajantes de pluviales adaptadas con la forma curva de la estructura del voladizo.



Figura 75. Cubierta metálica a dos aguas de palastro ondulado. Autor: Elaboración propia

Toda la envolvente está formada por ladrillo cara vista de color beige. En la actualidad su estado está bastante deteriorado incluyendo grandes grafitis en todo su exterior. Además, existen zonas con humedad y suciedad por su antigüedad.



Figura 76. Fachadas de mampostería. Autor: Elaboración propia



Figura 77. Detalle del tipo de mampostería. Autor: Elaboración propia

El pavimento interior está formado por grandes bloques de piedra Bateig, por la proximidad de la fábrica y la cantera. Su estado en algunas zonas está bien conservado, pero en otras muy desgastadas, convirtiéndose todo en tierra, con hoyos y desniveles. En el acceso por la Estación encontramos un pequeño espacio con pavimento cerámico colocado posteriormente, con algunas roturas, otras desprendidas o simplemente a tierra vista.



Figura 78. Pavimento de bloque de piedra Bateig. Autor: Elaboración propia



Figura 79. Pavimento de azulejo cerámico. Autor: Elaboración propia

En los accesos laterales encontramos dos forjados que dividen el gran espacio vertical en dos. Su composición es con vigas de madera y forjado de cañizo, como se puede observar en la figura inferior, donde se ve el mal estado en el que se encuentra.



Figura 80. Zona interior con forjado de cañizo. Autor: Elaboración propia



Figura 81. Hueco del forjado de cañizo. Autor: Elaboración propia



Figura 82. Detalle del forjado de cañizo. Autor: Elaboración propia

El acabado de todas las paredes del interior es de mortero de cal blanco como se puede observar en las siguientes imágenes. En algunas zonas se puede ver como se ha ido cayendo el mortero dejando a la vista la mampostería de la fachada. En general su estado actual es bueno, notándose que se ha pintado de blanco posteriormente.



Figura 83. Acabado interior deteriorado. Autor: Elaboración propia

Figura 84. Acabado interior de mortero de cal blanco. Autor: Elaboración propia

La carpintería encontrada es muy diversa como se observa en las siguientes figuras, encontrando ventanas de madera antiguas con abertura abatible, siendo las originales, y otras más recientes, de aluminio con hojas de corredera.



Figura 85. Carpintería interior de aluminio con hojas correderas. Autor: Elaboración propia



Figura 86. Carpintería de madera vista interior. Autor: Elaboración propia



Figura 87. Carpintería de madera con vidrio interior. Autor: Elaboración propia

Respecto a las puertas existen algunas de madera básicas originales, que se encuentran bastante deterioradas, con presencia de agentes destructores. Luego también existe un portón grande y una puerta que son metálicos, y su estado está mejor conservado. Y como elementos representativos del edificio encontramos 20 portones que son los originales muelles de carga y descarga. Estos están formados por una estructura de hierro fundido y acabado en madera, estando bien conservados como se aprecia en las siguientes figuras.



Figura 88. Puerta exterior para carga y descarga de mercancías. Autor: Elaboración propia

Figura 89. Vista interior de la puerta de carga y descarga de mercancías. Autor: Elaboración propia

Figura 90. Barandilla interior en hueco de la puerta para las mercancías. Autor: Elaboración propia

Y, por último, cabe destacar la báscula original del muelle de mercancías, donde se aprecia que la conservación de la cabina y el peso es muy buena, teniendo únicamente algún cristal roto.

Tras la visita realizada y el breve análisis mostrado del estado de todos los componentes arquitectónicos y elementos a destacar pasaremos a plantear el cambio de uso para volver a darle



Figura 91. Cabina de peso de mercancías. Autor: Elaboración propia

la importancia que se merece este edificio, revalorizando todo el conjunto arquitectónico. En los planos del Estado Actual se puede observar mejor todo lo comentado en este punto, encontrándolos en el ANEXO n°3.

Con la evolución de la sociedad, las necesidades van cambiando y por consiguiente hay edificaciones que se quedan obsoletas, como es en nuestro caso. A principios del siglo XX toda la mercancía se transportaba por medio del ferrocarril, y con las evoluciones tecnológicas eso ha ido disminuyendo, quedándose muchos muelles de carga abandonados.

Pero la primera pregunta que nos hacemos es, ¿cómo debe de intervenir la sociedad sobre un patrimonio que pertenece a todos desde un punto de vista histórico y simbólico? Muchas veces no sabemos valorar las joyas que tenemos a nuestro alrededor, abandonándolos y deshaciéndonos de ellos para construir algo nuevo.

Es una oportunidad para hacer algo ejemplar, algo relacionado con la sociedad, que potencie el valor de la edificación a la vez que se convierta en un punto significativo de la zona. Esta es la razón por la debemos elegirlo, transformándolo en un espacio dinámico, multifuncional, donde se incentive la industrial y los productos locales de la zona.

The map illustrates the geographical distribution of products within the comarca of Elche, categorized by four zones:

- Alto Vinalopó:** Petrel (wine, shoes, handbag), Elda (shoes).
- Medio Vinalopó:** Pinoso (column), Monóvar (wine, fruit, column), Novelda (fruit, column), Montforte del Cid (fruit).
- Bajo Vinalopó:** Aspe (shoes, handbag), Hondón de las Nieves, Hondón de los Frailes, Algueña (column).
- Alcoiá:** Partially visible on the right side.

A scale bar indicates distances from 0 to 10 Km, and a compass rose shows the cardinal directions (N, S, E, O).

69

realizar todo tipo de exposiciones, ferias, charlas, reuniones... con el objetivo de potenciar la industria. Dicha zona conformado por los municipios de Novelda, Elda, Petrer, Sax, Villena, Agost, Monforte del Cid, Aspe, La Romana, Monóvar, Pinoso, entre otros. Donde encontraremos industrias muy variadas como el calzado, los bolsos, los cinturones, el mármol, la uva de mesa embolsada, el vino, la cerámica, el azafrán, las especias... es un lugar ideal para visitar y comprar sus productos. Este espacio debe estar compuesto por un comercio equitativo, donde productores, intermediarios y consumidores locales conviven en el mismo lugar.

Además de potenciar la industria de la zona, también se realizarán actividades relacionadas con la reutilización y el reciclaje de los residuos generados por la sociedad, mediante talleres para concienciar a la población. El desarrollo de estos talleres dará a conocer el mercado de materiales de este tipo siendo una nueva manera de valorizar su uso, dando la confianza que merecen, ya que son igual de eficientes que los nuevos.

Al contar con un espacio diáfano nos da la facilidad de poder introducir pequeños espacios más individuales y el resto queda más abierto a todo el público. Para dicho proyecto estos espacios irán enfocados a las industrias más próximas y destacadas de Novelda, el mármol, las especias y la uva embolsada, pero como ya hemos comentado se podrían establecer cualquier otra. Ahora pasaremos a explicar brevemente las tres empresas elegidas, destacando su gran importancia a nivel nacional e internacional.

La empresa de Carmencita lleva más de 100 años proporcionándonos todo tipo de especias. Su nombre se debe a la primera hija de Jesús Navarro, su fundador. Su gran éxito está en el gran consumo de especias en los platos de todo el mundo. En la actualidad ya es la tercera generación la que se preocupa porque Carmencita siga cumpliendo años y logros. Aunque muchas de las especias son importadas y preparadas para la venta aquí.



Ilustración 52. Empresa de especias Novelda. ⁽¹⁹⁾

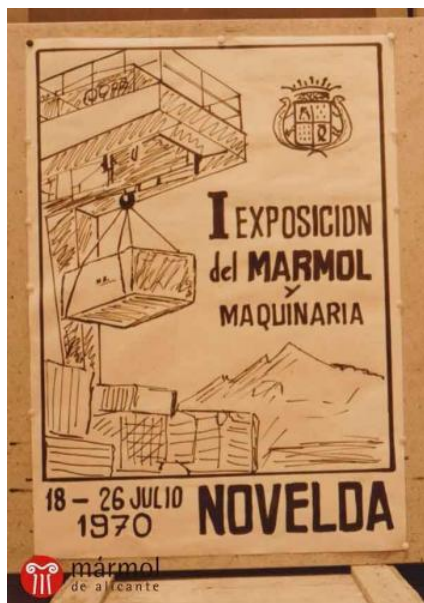


Ilustración 53. Cartel I Exposición de Mármol en Novelda (1970).⁽²⁰⁾

La siguiente industria elegida se trata de la extracción y producción de elementos con mármol o piedra natural. Esta fue una de las que más creció gracias a la llegada de la máquina del vapor, con el nacimiento a finales del siglo XIX de las tres empresas más potentes alrededor de la estación de Novelda. Dichos negocios familiares hicieron un cambio dicho municipio, de un pueblo conocido por sus productos agrícolas a un punto clave en la industria de la construcción, utilizando este material en importantes edificios de Madrid.

Y la última industria a resaltar se trata de la uva embolsada, tan típica en nuestras Nocheviejas. Su origen viene desde tiempos ancestrales, existiendo grandes terrenos de cultivo de uva en la comarca del Medio Vinalopó. Este producto tiene grandes beneficios según muchos estudios, por esta razón no debe faltar en la dieta mediterránea. Existen varias variedades, pero todo su proceso se realiza de forma manual, por lo tanto, genera empleo para todos los residentes de la zona.



Ilustración 54. Uva cultivada en Novelda. Autor: Leticia Sala.

Ilustración 55. Embolsado de la uva en el mes de Julio.⁽²¹⁾

Una vez que ya conocemos a fondo la edificación y tenemos claro el cambio de uso que le vamos a realizar pasaremos a explicar la rehabilitación y la adaptación necesaria para nuestros objetivos.

5.3. Rehabilitación y adaptación al nuevo uso

En nuestra intervención se pretende dar vida a una edificación obsoleta, interviniendo lo mínimo, adecuando el espacio al nuevo uso planteado, de modo que se recuperará su valor dejando la huella del pasado, su origen. Para ello seguiremos los siguientes cambios, todos estos se verán reflejados en los Planos de Proyecto adjuntados en el *ANEXO n°4*:

Zona de exterior

En la zona de alrededor de la edificación se pretende crear unos espacios al mismo nivel que el muelle para vincularlo con la propia estación. En la actualidad, se cuenta con dos rampas para poder acceder desde el aparcamiento a la zona de vías del tren, una hacia la estación y otra hacia el muelle, provocando una segregación del espacio. Por lo tanto, como nuestro objetivo es conectar todo, se nivelará toda la zona exterior igualándolo con el interior del muelle, creando únicamente una rampa en la zona lateral del jardín, de 2 metros de ancho para las personas con movilidad reducida.

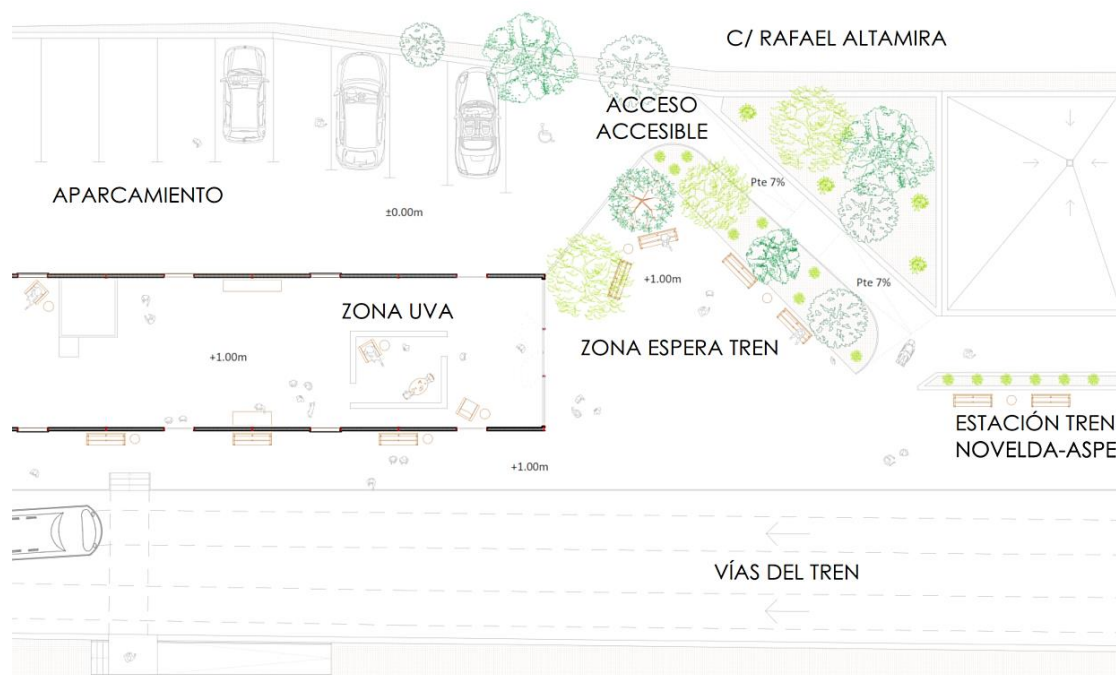


Figura 93. Conexión muelle con zona de la Estación. Autor: Elaboración propia

Por la otra zona, que en la actualidad está bastante descuidada, encontrándose vallado, con grava y vegetación, se creará un solado al mismo nivel que el interior y su alrededor, terminando con una ligera pendiente hacia la calle. De este modo se nivela todo el interior con el exterior. A lo largo de las vías del tren se colocará una barandilla a 1,10 m de vidrio y separado horizontalmente mínimo 1 m por seguridad.

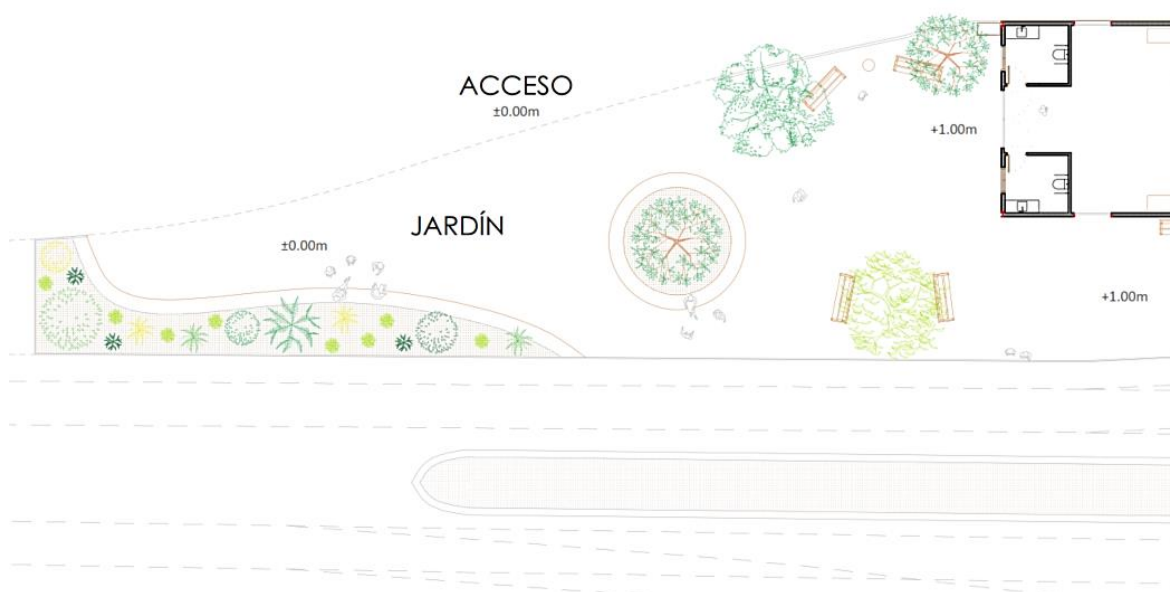


Figura 94. Zona de jardín en la parte trasera. Autor: Elaboración propia

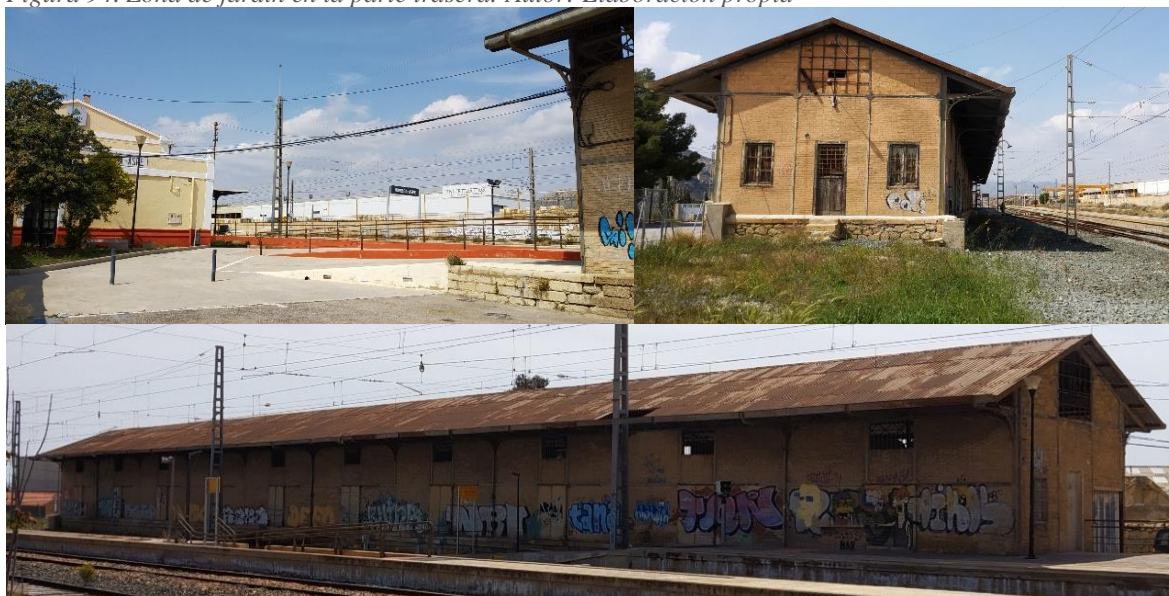


Figura 95. Rampas en la actualidad que desvinculan las edificaciones. Autor: Elaboración propia

Figura 96. Espacio trasero vallado con grava y vegetación. Autor: Elaboración propia

Figura 97. Zona de paso a las vías. Autor: Elaboración propia

Acabado de la fachada

Para limpiar las fachadas de ladrillo cara vista de los grafitis existentes, hay varias técnicas, como la utilización de un chorro de área a presión; o el empleo de decapante, que se trata de un compuesto químico que varía según la superficie donde se emplea; también se utilizan disolventes, aunque en ocasiones dejan manchas en la superficie, entre otras formas. Pero estas tres son las más adecuadas para el tipo de superficie que tenemos, por tanto, cualquiera que elijamos nos servirá. Nuestro objetivo es dejar a la vista la esencia del ladrillo cara vista original y su aspecto de antigüedad, limpiando todas las pintadas existentes.



Figura 98. Fachada norte llena de grafitis. Autor: Elaboración propia

Figura 99. Fachada sur con algún grafiti. Autor: Elaboración propia

Zona hastial

En la zona del hastial de ambas fachadas laterales encontramos cerrado con ladrillo de doble hueco o un enrejado como se observa en las figuras inferiores.



Figura 100. Zona hastial fachada este. Autor: Elaboración propia



Figura 101. Zona hastial fachada oeste. Autor: Elaboración propia

En estas zonas se plantea la abertura del hueco completo con la eliminación de los ladrillos y el enrejado, además de la eliminación de la instalación de iluminación central colgada. Que pasaría a convertirse en una vidriera compuesta por botellas de vino recicladas. De este modo nos sirve como aislamiento térmico - acústico y a la vez nos proporciona una iluminación colorida en el interior. Con nuestra propuesta también lo que se pretende es que todo visitante le atraiga la idea de recorrer nuestro espacio interior.

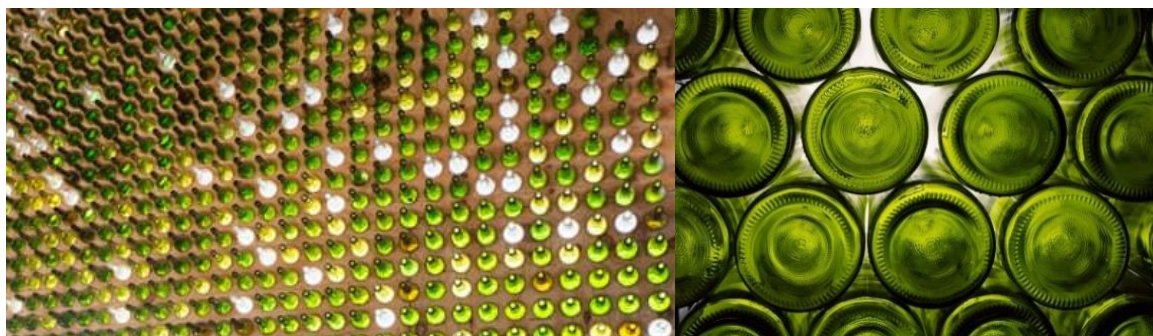


Ilustración 56. Vista interior de celosía con botellas de vino.⁽²²⁾

Ilustración 57. Vista exterior de celosía con botellas de vino.⁽²³⁾

Estructura metálica

Como ya hemos comentado la estructura metálica se encuentra en buenas condiciones, no obstante, por tema de normativa contra incendios y por existir zonas con oxido, las trataremos mediante el siguiente método.

Primero limpiaremos toda la superficie mediante un chorro de arena a presión o la decaparemos. Luego seguiremos aplicando una pintura de imprimación anticorrosiva y otra intumescente, de protección contra el fuego. Y, por último, se aplicará una pintura plástica de acabado final, teniendo la opción de elegir el color final. Habrá parte de la estructura metálica donde no se podrá intervenir, como son los pilares incrustados en fachada, en estos casos, se mejorará la parte que queda vista.

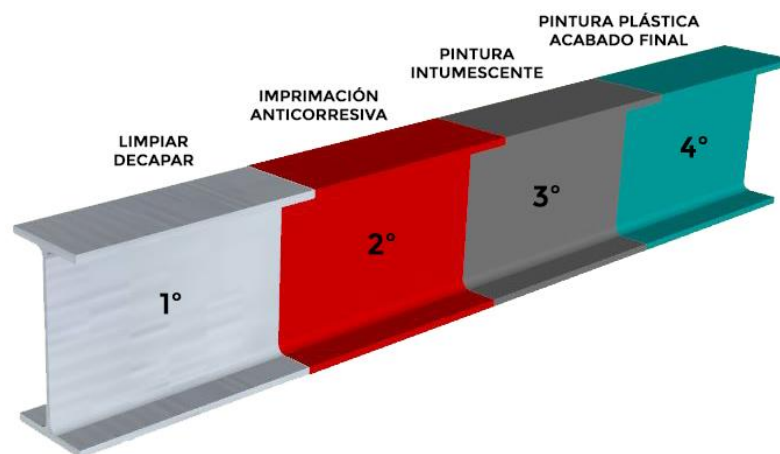


Figura 102. Pasos que seguir para mejorar el estado de la estructura metálica actual. Autor: Elaboración propia

En la parte de celosía de todo el contorno longitudinal se cerrará interiormente con vidrio transparente, por aislamiento térmico - acústico, y, además, para evitar que las aves puedan acceder al interior, como ocurre en la actualidad.



Figura 103. Celosía lateral donde colocar un vidrio interior. Autor: Elaboración propia



Figura 104. Estructura interior metálica. Autor: Elaboración propia

Cubierta

Como se observa en las figuras la cubierta a dos aguas de chapa colaborante ondulada se encuentra bastante deteriorada, con goteras y zonas oxidadas. Por esta razón, se desmontará toda la cubierta y se contactará con alguna empresa que se dedique al tratamiento de este tipo de residuos. Para la nueva cubierta buscaremos una empresa que sea especializada en la reutilización o reciclaje de este tipo de chapa, o también se podrá buscar alguna nave donde poder recuperarla, como en el ejemplo que se comenta en la metodología. En este último caso, siempre hay que fijarse que las dimensiones necesarias sean las suficientes, ya que la colocación de trozos de chapa de diversas naves puede ser contraproducente, ya que tendría un alto coste de energía en el transporte y la manipulación necesaria.



Figura 105. Vista del exterior de la cubierta actual con zonas oxidadas. Autor: Elaboración propia

Figura 106. Vista interior de la cubierta actual con goteras. Autor: Elaboración propia

Para un correcto confort es necesario aislar el interior acústica y térmicamente, sobre todo el primero por la proximidad con el paso de los trenes. Por esta razón, la cubierta que se plantea será tipo sándwich, compuesta por varios materiales, y no únicamente por una chapa metálica como en la actualidad. Nuestra propuesta sería una cubierta de chapa metálica ondulada como acabado exterior, interiormente 6 cm de aislante térmico - acústico de lana de oveja natural y un acabado interior de madera reutilizada. Esta composición se ejecutaría en taller mediante fragmentos de cubierta, para luego en obra únicamente colocarlas sujetas a las correas metálicas de la estructura existente.

Además, también proponemos que en la parte de la cumbrera exista un fragmento de 1,70 m de cubierta translúcida mediante un acabado en policarbonato, poliéster o vidrio, permitiendo el acceso de iluminación natural cenital. Estos materiales son fáciles de reciclar, de modo que las piezas a colocar pasaran a formar parte de la economía circular que buscamos. La chapa existente en la actualidad sería enviada a un gestor de residuos por su estado avanzado de oxidación.



Ilustración 58. Restauración y rehabilitación del Mercado del Born de Barcelona. Cubierta ejemplo a la que proponemos. ⁽²⁴⁾

Acabado pavimento interior

Como en la actualidad el pavimento principal es de piedra de Bateig y en varias zonas se encuentra en mal estado, se propone la eliminación de todas estas piezas, sustituyéndolo por una solera de hormigón armado de 15 cm sobre el que se colocará unas piezas de madera reutilizada.



Figura 107. Pavimento actual de piedra Bateig. Autor: Elaboración propia.

Ilustración 59. Pieza de pavimento de madera creada a base de madera reciclada. Autor: Elaboración propia.

Acabado paredes interiores

Antes de hablar del acabado final de las paredes hay que señalar que se debe recrear la envolvente para poder aislar acústica y térmicamente, del mismo modo que hemos comentado en la cubierta. En este caso se creará una subestructura de madera rellena de lana de oveja, como se puede observar en las figuras inferiores, y sobre esto ya se irá colocando el acabado final. Este aislante es un material sostenible, natural y renovable. Lo que proponemos es que todo el interior sea homogéneo en acabado con tableros de madera reutilizada.



Ilustración 60. Aspecto del aislante interior de lana de oveja. ⁽²⁵⁾

Ilustración 61. Subestructura formada por madera y lana de oveja. ⁽²⁶⁾



Ilustración 62. Propuesta de acabado interior de tableros de madera reutilizados. ⁽²⁷⁾

Puertas originales correderas

Las puertas originales del muelle de mercancías son toda una reliquia, pero en la actualidad interiormente hay poca iluminación natural. Por esta razón, quitaremos algunos de estos portones, sustituyéndolos por un gran vidrio transparente fijo. Por tema acústico y térmico los portones actuales son un claro puente térmico, de modo que los que dejemos interiormente se aislará con un vidrio transparente que dé continuidad con el acabado de madera. Todos estos huecos serán fijos, excepto uno que se creará una carpintería abatible para carga y descarga. Los portones que se quiten podrán ser recuperados para su reutilización.



Figura 108. Portón original del muelle de mercancías. Autor: Elaboración propia.

Todas las carpinterías actuales de aluminio serán recuperadas y reutilizadas, en cambio las de madera por su mal estado serán enviadas a un gestor de residuos. Y la báscula original se lijará y pintará, siendo el sello de identidad del uso original del edificio.

5.1. Intervenciones interiores

Para la construcción de los volúmenes interiores de exposición y venta de productos industriales locales se realizarán unas arquitecturas estructurales elaboradas con restos de mármol, como ya se ha comentado con anterioridad. Previamente a definir estos diseños se ha realizado un análisis estructural sobre un proyecto construido con piezas pesadas formando una celosía, que sería el inicio para la idea que tenemos en mente.

5.1.1. Proyecto de partida. *Serpentine Pavilion 2018*

Para la creación de la intervención interna con restos de la industria del mármol se ha optado por realizar un análisis estructural de una de las obras efímeras construidas en los *Kensington Gardens* ubicados en *Hyde Park* de Londres, los conocidos *Serpentine Pavilion*.

Dicha exposición lleva realizándose desde principios del siglo XXI, con la participación de los mejores arquitectos internacionales del momento.

En nuestro caso hemos elegido la del año 2018 creada por la arquitecta mejicana Frida Escobedo por la utilización de piezas pesadas creando una celosía.



Ilustración 63. *Serpentine Pavilion 2018*.⁽²⁸⁾

Este análisis estructural será el utilizado para la asignatura de Proyectos de la Estructura de quinto curso y la base de los diseños creados para nuestro Proyecto Final de Grado.



Ilustración 64. Composición mediante módulos. Fuente: Designboom

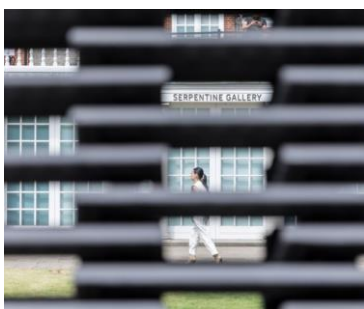


Ilustración 65. Celosía creada entre las piezas. Autor: Laurian Ghinitoiu



Ilustración 66. Estructura interna de hierro macizo para evitar que colapse el muro. Fuente: Designboom

La composición del pabellón mediante muros de carga convertidos en celosías formadas por un enrejado de tejas de cemento, difuminan el paisaje de *Hyde Park*, haciendo que en el interior se llegue a crear un juego de luces y sombras muy interesantes. Su construcción modular fue realizada en taller y posteriormente montada insitu. El pabellón forma un gran rectángulo en planta creando un patio interior limitado por unos muros en diagonal que te marcan los accesos y salidas.

El empleo de pequeñas piezas pesadas conformando un muro de carga que crean una gran celosía, permitiendo la entrada de luz, ventilación y visión con el exterior me parece interesante para poderlo aplicar en mi intervención, en el Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda, con elementos reutilizados de la industria del mármol.

Previamente hay que conocer correctamente el funcionamiento estructural, ya que es el que se encarga de recibir, resistir y transmitir las cargas a los apoyos sin sufrir deformaciones incompatibles en relación con el material hasta que llegan a tierra.

La composición en altura está formada por tres módulos de 38 tejas de cemento, pesando cada una aproximadamente 4,5 kg, según ficha técnica (ANEXO nº5), de la empresa de BigMat (Mat., 2013), por lo tanto tiene un total de 171 kg cada módulo. Así mismo sabemos que la carga total transmitida a cimentación es de 513 kg, por ello se realizó una losa de hormigón armado como cimentación para soportar todo el pabellón que trabaja a compresión. También, por esta razón, es necesario que cada módulo tenga un elemento horizontal con área de sección transversal que soporte la fuerte compresión. Además, cada módulo va pretensado mediante una estructura metálica interior sujeta con gruesas chapas de acero a sus extremos, como se observa en las imágenes mostradas. Las esquinas forman la unión entre dos módulos creando unos pilares.

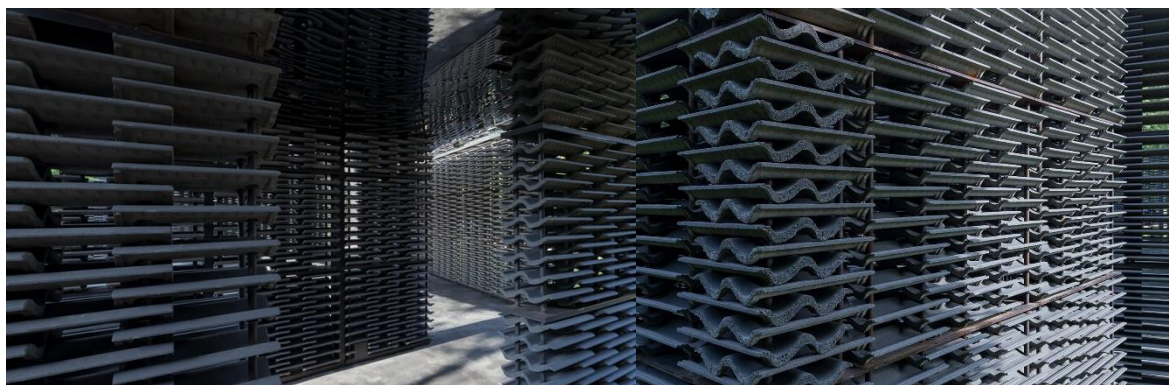


Ilustración 67. Módulos sujetos con estructura interna y plancha de unión metálica. ⁽²⁹⁾

Ilustración 68. Pilar unión dos módulos. ⁽²⁹⁾

Las piezas se van colocando a tresbolillo, es decir, una apoyando en otra dejando entre ellas un espacio abierto, que es lo que permite el paso de ventilación, luz y visión. Con esta colocación la carga se realiza puntualmente en dichos apoyos y cuando llega a la chapa metálica se distribuye, disminuyéndola a los módulos inferiores. De esta manera la chapa horizontal absorbe parte de la compresión que recibe.

La estructura interna también ayuda a los efectos producidos por el viento, creando esfuerzos de cortante por el lateral, por esta razón, las esquinas están reforzadas.

También es interesante comentar que la creación de la celosía además de por todo lo dicho anteriormente, ayuda a la estabilidad estructural, ya que con el paso del viento entre ella permite que su esfuerzo disminuya frontalmente. En el siguiente esquema se puede entender con más facilidad todos los aspectos estructurales comentados.

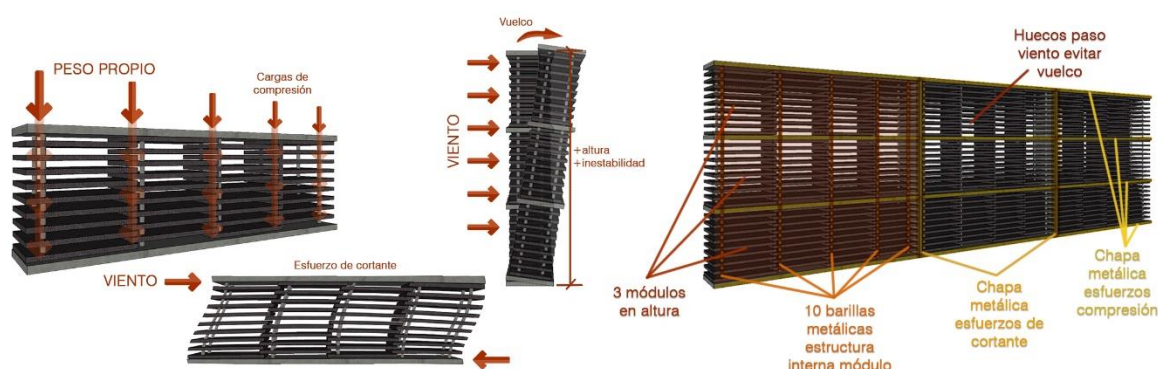


Figura 109. Esquemas análisis estructural. Autor: Elaboración propia

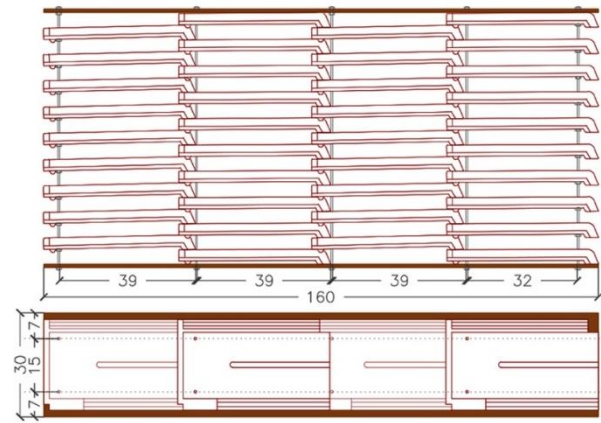
Ahora a partir de este análisis estructural visual hemos pasado a la práctica, para conocer mejor su funcionamiento. Se puede encontrar también una ficha explicativa en el ANEXO nº7.

5.4.2. Primera aproximación. Maqueta de cerámica

Para la primera aproximación a nuestra intervención realizamos una maqueta de uno de los módulos a escala 1/1 con el comportamiento estructural del *Serpentine Pavilion* 2018 de Frida Escobedo.

Desde el principio descartamos el uso de tejas de cemento por la cercanía de la fabricación de tejas cerámicas ubicadas en Agust. La similitud de estos dos tipos de tejas a nivel estructural lo hacen compatibles para nuestro objetivo.

El primer paso fue buscar una ficha técnica (ANEXO n°6) de tejas cerámicas planas para conocer sus medidas exactas y dibujar un esquema en 2D mediante el programa informático AutoCad para conocer todas las medidas y las dimensiones finales del módulo a construir.



Medidas maqueta (cm)

Figura 110. Dibujo previo de la maqueta a construir.
Autor: Elaboración propia

Como a lo largo de nuestra investigación nos hemos centrado en la reutilización de materiales, en esta maqueta nuestro objetivo ha sido utilizar tejas cerámicas rescatadas de demoliciones. Además, dichas tejas tampoco soportan bien las cargas a compresión, como ocurría con las de cemento, y por ello es necesario colocar un elemento horizontal con una pequeña área de sección transversal para soportar la fuerte compresión.

En nuestro caso emplearemos algunas de más de 35 años, obtenidas de un almacén de construcción que se encarga de recuperarlas para venderlas, por ejemplo, para posibles goteras de viviendas antiguas. Y luego otras que tienen alrededor de 7 años, según la información que nos dieron. En este tipo de tejas el paso del tiempo hace que tengan un mayor grado de curación, por ello son mucho más duras. Nos percatamos, al querer realizar los agujeros para la estructura interna, donde algunas de las tejas más antiguas se nos rompieron. En total contamos con 30 tejas, 12 de las más antiguas y 7 de las más recientes.

Los tableros también son reciclados, encontrados en uno de los contenedores de una empresa de madera. Debido a su gran tamaño acudimos a un carpintero donde fueron cortadas a su debida medida. Las varillas sí que son compradas nuevas, porque necesitamos que estén rectas y firmes para soportar bien la compresión.



Figura 111. Materiales utilizados para realizar la maqueta 1/1. Autor: Elaboración propia

Si ahora analizamos una de las columnas que soportan el esfuerzo de compresión podemos simplificarlo en una viga con dos apoyos y dos cargas puntuales en cada extremo. Este sería el comportamiento de cada teja interna, un elemento horizontal que en sus extremos tiene una carga puntual del peso propio de las tejas superiores.



Figura 112. Esquema simplificado del esfuerzo que soporta una teja. Autor: Elaboración propia

De este modo la teja actúa de la misma forma que si fuera una viga biapoyada con dos cargas puntuales. En las siguientes imágenes se puede observar mejor como van apoyando unas sobre otras y en los extremos sobre una tuerca.



Figura 113. Apoyo entre las piezas de la maqueta. Autor: Elaboración propia

Al usar piezas reutilizadas de diferente fabricante las medidas no son las mismas, lo que provoca que la estructura interna metálica se deforme. Para corregirlo decidimos que cada 25 cm (altura de 3 tejas) se colocará un elemento tensor que rigidice dicha estructura, corrigiendo la deformación y permitiendo que los apoyos entre las piezas sean los deseados.

Y para finalizar, a continuación, se muestra el resultado final de la maqueta.



Figura 114. Tensor interno para corregir deformación. Autor: Elaboración propia.

Cada pieza pesa aproximadamente 3,5 kg, y el conjunto más de 100 kg. Una vez colocamos la madera superior toda la estructura interna es postensada por la sujeción de las varillas roscadas exteriormente con tuercas.



Figura 115. Vista frontal de la maqueta 1/1 de tejas cerámicas. Autor: Elaboración propia

Figura 116. Vista lateral de la maqueta 1/1 de tejas cerámicas. Autor: Elaboración propia

Para conocer mejor el comportamiento de los muros que trabajan a compresión pura quisimos realizar unos modelos a escala 1/10 con pequeñas piezas cerámicas observando diferentes comportamientos estructurales.

Las piezas se han realizado con arcilla natural, para ello previamente la amasamos y la extendimos en el molde creado con unos regles pequeños, donde se fue dividiendo las piezas con las medidas deseadas. Luego se realizaron los huecos interiores para la estructura y se dejó secar durante unos días. De este modo fabricamos 250 piezas, que posteriormente se fueron lijando para eliminar los posibles desperfectos.

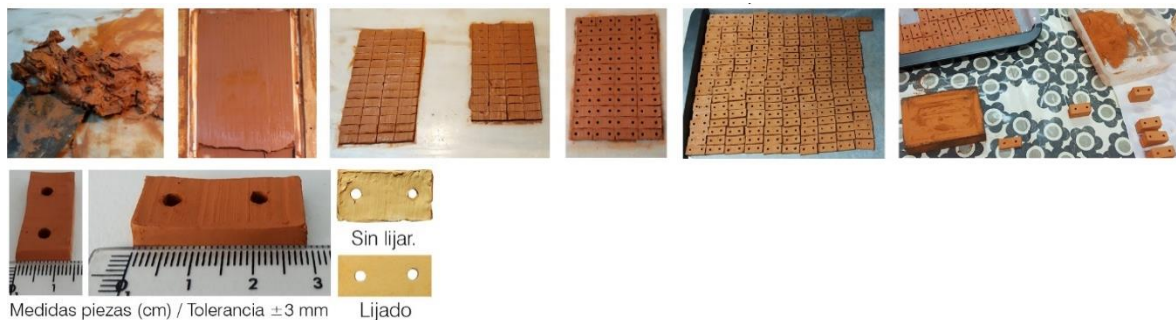


Figura 117. Proceso de creación de las piezas cerámicas con arcilla. Autor: Elaboración propia

Una vez terminadas las piezas se comenzó a experimentar diferentes estructuras para ver el comportamiento de los elementos partiendo de un módulo base postensado.



Figura 119. Módulo base. Autor: Elaboración propia

Como se observa en la opción 1 la estructura esta tensada, comprimiendo todas las piezas.

En la segunda opción comprobamos que cuando el muro coge una forma curva o en zigzag no es necesario ninguna pieza de tensión o compresión, la estructura es estable.

Y, por último, en la opción 3, cuando un elemento es esbelto en comparación con otro alargado, su inestabilidad es mucho mayor, provocando un vuelco de la estructura. Si, además, le quitamos los tensores la estructura sufre un esfuerzo de torsión.

Cabe destacar la fragilidad de la cerámica al aplicarle un esfuerzo de compresión puro. La ventaja que tiene este material es su plasticidad, ya que al humedecerlo se puede volver a su estado de materia prima, lo que facilita su reciclaje.



Figura 118. Piezas rotas al aplicarle compresión. Autor: Elaboración propia.



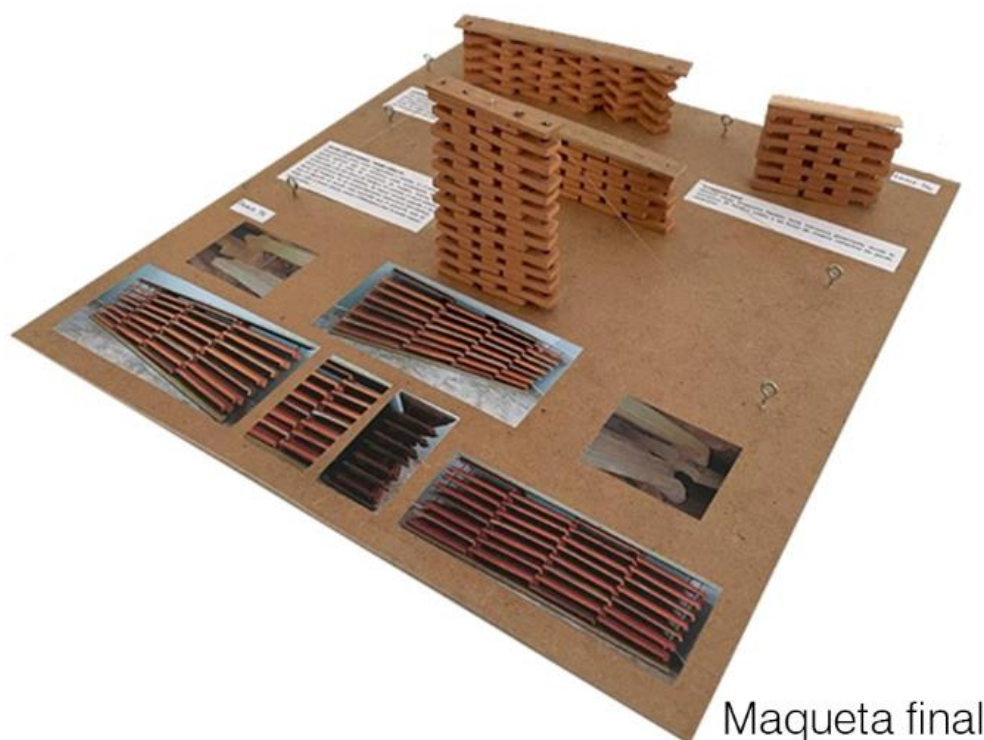
Figura 120. Estructura tensada a sus extremos. Autor: Elaboración propia



Figura 121. Estructura en curva o zig-zag. Autor: Elaboración propia.



Figura 122. Estructura esbelta en comparación con alargada. Autor: Elaboración propia.



Maqueta final

Figura 123. Maqueta entrega con el análisis de la cerámica sometida a compresión pura. Autor: Elaboración propia.

Y como entrega de la asignatura se juntó todas estas opciones en un pequeño tablero, colocando fotografías del muro de tejas, ya que, debido a su peso es imposible de trasladar.

Con estas maquetas hemos analizado el comportamiento de una estructura que trabaja a compresión pura, con elementos internos postensados y con piezas pesadas, en el caso de las tejas. Se pueden encontrar unas fichas explicativas en el *ANEXO nº7*. Ahora a partir de esto plantearemos nuestros diseños en base a esta tipología de estructuras mediante la reutilización de restos de la industria del mármol.

5.4.3. Intervención estructural mediante restos de lodos de mármol

El primer espacio estructural creado para nuestra intervención será a base de lodos de la cantera de Bateig, ubicada próxima al Muelle de Carga de la Estación de Novelda. Siguiendo el análisis estructural de la primera maqueta se trata de unos volúmenes pesados que van apoyando unos sobre otros creando una celosía.



Ilustración 69. Imagen de restos de lodos de la cantera. ⁽³⁰⁾

Previamente se realizó una aproximación de las medidas deseadas para los espacios a crear (5 x 4 x 3 m) y se realizó un modelado 3D con esta primera idea de diseño.

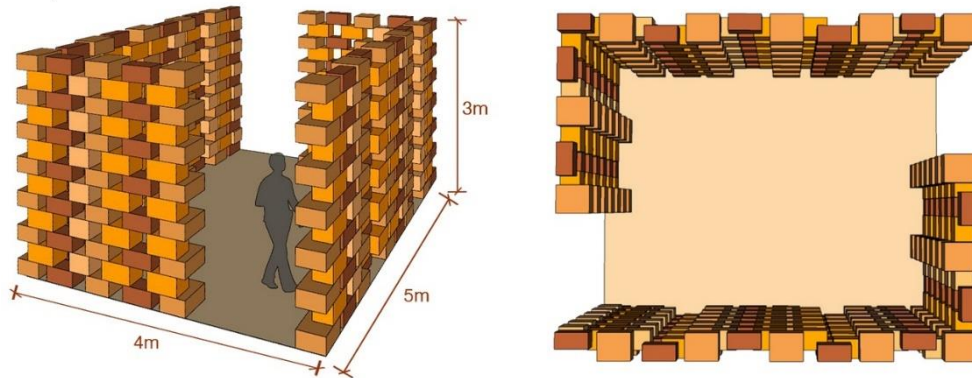


Figura 124. Volumetría con las medidas. Autor: Elaboración propia.

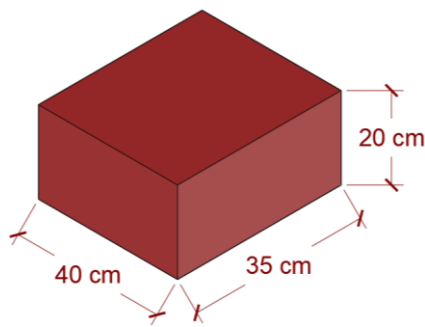
Figura 125. Vista en planta del espacio. Autor: Elaboración propia.

La estructura se compone de una serie de sillerías de diferentes dimensiones y pesos, generando unos esfuerzos a compresión transmitiendo las cargas a los apoyos inferiores. Para aumentar su estabilidad estructural frente a vuelco interiormente se colocan unos redondos postensados mediante unas chapas en la base y la parte superior. La colocación de las piezas también está pensada, de forma que, aunque no todas estén alineadas a una cara su estabilidad sea la más adecuada.



Figura 126. Estructura interna postensada comprimiendo las piezas. Autor: Elaboración propia.

Ahora una vez definido la volumetría y teniendo clara la estructura interna pasaremos a calcular si realmente de esta forma se podría mantener firme o hace falta repensar el diseño. Para ello cogeremos una pieza base con las siguientes medidas obteniendo de esta forma su volumen, masa y peso.



Volumen

$$V = 40 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 28.000 \text{ cm}^3 = \mathbf{0,028 \text{ m}^3}$$

Masa

$$M = \text{Volumen} \cdot \text{Densidad} = 0,028 \text{ m}^3 \cdot 2680 \text{ Kg/m}^3 = \mathbf{75,04 \text{ Kg}}$$

Peso

$$P = \text{Masa} \cdot \text{Gravedad} = 75,04 \text{ Kg} \cdot 9,806 \text{ m/s}^2 = 735,39 \text{ N} = \mathbf{0,735 \text{ kN}}$$

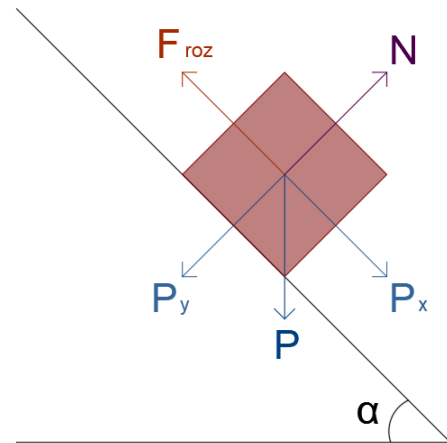
Figura 127. Esquema pieza base para los cálculos. Autor: Elaboración propia.

Densidad mármol $\rightarrow 2680 \text{ Kg/m}^3$

(Ficha técnica mármol Crema Marfil) (Petrographic et al., 2017)

Como no conocemos el coeficiente de rozamiento entre piedra-piedra lo calcularemos manualmente.

Para ello cogeremos dos restos de plaquetas de mármol carrara obtenidas de un contenedor de una empresa de mármol. Estás tendrán una superficie rugosa y otra pulida. Para comenzar realizaremos un esquema básico de todas las fuerzas que interactúan.



F_{roz} \rightarrow Fuerza de rozamiento

N \rightarrow Fuerza normal

P \rightarrow Peso de la pieza

P_x y P_y \rightarrow La descomposición del peso según los ejes x-y.

Figura 128. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza inclinada. Autor: Elaboración propia.

Como la pieza se desliza sobre el eje x la condición de equilibrio será:

$$P_x - F_{roz} = 0$$

$$P_x = F_{roz}$$

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = \mu \cdot N$$

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = \mu \cdot P_y$$

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$$

Para calcular el coeficiente de rozamiento es necesario poner una pieza sobre otra e ir elevando poco a poco hasta que la superior se desliza y cae. La tangente de ese ángulo creado bajo la pieza será nuestro dato.

Para ello lo realizaremos de tres formas, la primera será con la superficie rugosa - rugosa. Obteniendo un ángulo de 38°.

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha = \tan 38^\circ = \mathbf{0,78}$$

La segunda pondremos superficie rugosa y lisa. Resultando un ángulo de 20°.

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha = \tan 20^\circ = \mathbf{0,36}$$

Y, por último, será lisa y lisa.

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha = \tan 15^\circ = \mathbf{0,27}$$



Figura 129. Piezas de mármol Carrara. Autor: Elaboración propia.

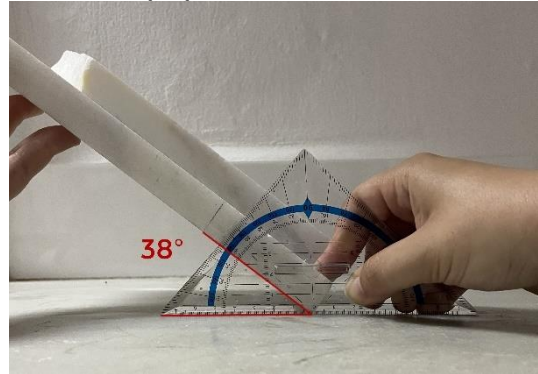


Figura 130. Ángulo de caída superficie rugosa - rugosa. Autor: Elaboración propia.

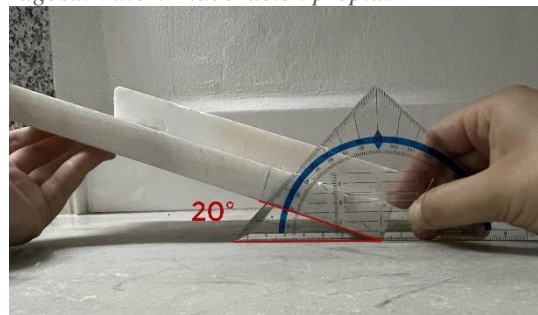


Figura 131. Ángulo de caída superficie rugosa - lisa. Autor: Elaboración propia.

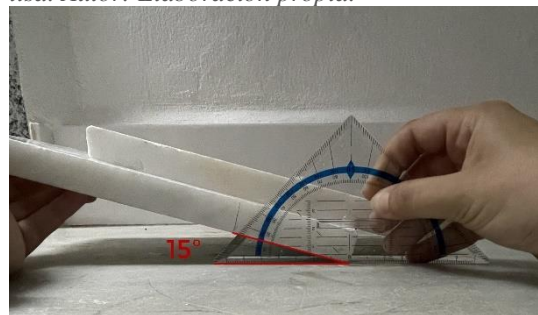


Figura 132. Ángulo de caída superficie lisa - lisa. Autor: Elaboración propia.

Tras los cálculos realizados llegamos a la conclusión de que a mayor superficie rugosa mayor es el coeficiente de rozamiento, es decir, más tarda en deslizarse. Como en nuestro caso se trata de todos de mármol de la cantera, su superficie es rugosa, por tanto, elegiremos un coeficiente de rozamiento de 0,8, siendo en este caso bastante elevado, ya que el valor máximo es de 1.

Ahora una vez que conocemos el valor de rozamiento pasaremos a calcular la fuerza de postensado necesaria para su estabilidad.

Según la normativa DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009) “toda estructura que divida un espacio, como los tabiques, deberán soportar una fuerza horizontal mitad a la que se muestra en la tabla 1 aplicada a una altura de 1,20 m.”

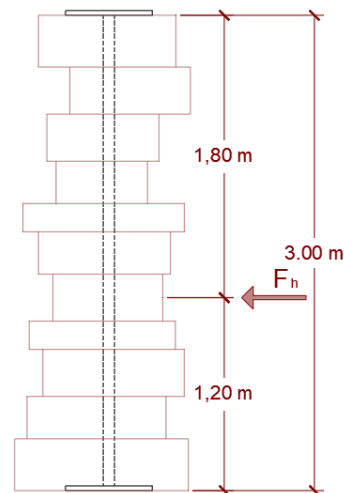


Figura 133. Esquema estructura postensada y medidas en altura, marcando la fuerza horizontal que establece la normativa. Autor: Elaboración propia.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ^{(4),(6)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0.4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 1. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Tabla 2. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)

Como nuestro espacio es de acceso público sin obstáculos que bloqueen el libre movimiento de las personas nuestra categoría de uso será la C3.

Fuerza horizontal → **0,8 kN** (Tabla DBSE-AE T.3.3) (Ministerio de Fomento, 2009)

Para calcular la fuerza de postensado realizaremos una condición de equilibrio entre la fuerza horizontal y la fuerza de rozamiento como se observa en el esquema siguiente.

$$F_h \leq F_{roz}$$

$$0,8 \text{ kN} \leq \mu \cdot (F_p + P)$$

$$0,8 \text{ kN} \leq 0,8 \cdot (F_p + 0,735 \text{ kN})$$

$$0,8 \text{ kN} - 0,588 \text{ kN} \leq 0,8 F_p$$

$$\frac{0,212 \text{ kN}}{0,8} \leq F_p$$

$$F_p = \mathbf{0,265 \text{ kN}}$$

Ahora por último tenemos que comprobar que dicha fuerza de postensado esta entre los límites de la resistencia a compresión máxima del mármol.

$$t_{dp} > \frac{P + F_p}{A}$$

$$t_{dp} > \frac{0,735 \text{ kN} + 0,265 \text{ kN}}{(0,40 \cdot 0,35) \text{ m}^2}$$

$$t_{dp} > \mathbf{7,143 \text{ kN/m}^2}$$

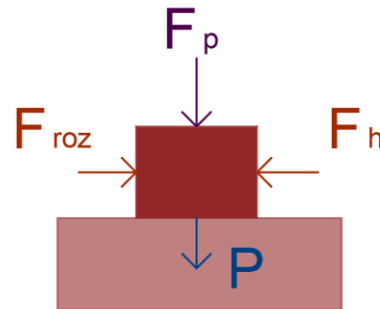


Figura 134. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza. Autor: Elaboración propia.

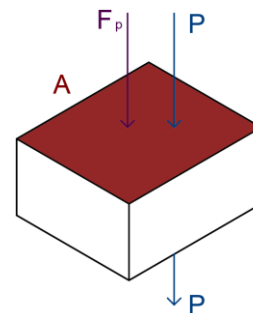


Figura 135. Esquema fuerzas de compresión aplicadas en superficie de mármol. Autor: Elaboración propia.

Según la ficha técnica (Anexo nº9) facilitada por la Asociación de la Comunidad Valenciana Mármol de Alicante, la Piedra Crema Marfil tiene una resistencia a compresión de:

Resistencia a la compresión EN 1926:2006 Compressive strength	
Valor medio de la resistencia a la compresión, R Mean value of compressive strength	169 MPa

Tabla 3. Resistencia a compresión de la piedra Crema Marfil. (Petrographic et al., 2017)

Esta resistencia a compresión sería la característica, por esta razón habrá que aplicarle un coeficiente de seguridad. Según DBSE-F T.4.8 (Ministerio de Fomento., 2019). En nuestro caso lo consideramos como fábrica de categoría del control de fabricación II y como se trata

de una estructura postensada de fábrica armada elegiremos la categoría de ejecución tipo B por el control en obra.

Situaciones persistentes y transitorias ⁽¹⁾			Categoría de la ejecución		
			A	B	C
Resistencia de la fábrica	Categoría del control de fabricación ⁽²⁾	I	1,7	2,2	2,7
		II	2,0	2,5	3,0
Resistencia de llaves y amarres			2,5	2,5	2,5
Anclaje del acero de armar.			1,7	2,2	
Acero (armadura activa y armadura pasiva)			1,15	1,15	

⁽¹⁾ Para las comprobaciones en situación extraordinaria, los coeficientes de llaves y amarres son los mismos; de las fábricas los coeficientes son 1,2 1,5 y 1,8 respectivamente para las categorías A B y C.

⁽²⁾ Categorías según 8.1.1

Tabla 4. Tabla de coeficientes parciales de seguridad del CTE DBSE-F (Ministerio de Fomento., 2019)

$$\frac{169 \text{ MPa}}{2,5} = 67,6 \text{ MPa} \approx \mathbf{68 \text{ MPa}}$$

Por lo tanto, cogiendo este tipo de piedra como ejemplo para el cálculo, observamos que el planteamiento para la estructura postensada nos **cumple adecuadamente**.

$$\mathbf{7,143 \text{ kN/m}^2 < 68.000 \text{ kN/m}^2}$$

Ahora realizaremos una pequeña comprobación a pandeo, siendo un factor importante en nuestra intervención, pudiendo ser un punto crítico por la esbeltez. Para ello recurrimos al Tomo II de “Reestructuración de edificios de muros de fabrica” (Lozano Apolo & Lozano Martínez-Luengas, 1995).

En nuestro diseño contamos con una altura de 3 metros y un ancho medio de 0,35 m, por lo tanto, calcularemos la esbeltez comprobando que nos cumpla:

$$\lambda = \frac{h}{a} < 15$$

$$\lambda = \frac{3 \text{ m}}{0,35 \text{ m}} = \mathbf{8,6 < 15 \rightarrow \text{cumple}}$$

De este modo podemos afirmar que la estructura es estable, resistente la piedra a los esfuerzos de postensado y si su ejecución es correcta no debe sufrir efectos de pandeo, al tener una esbeltez inferior a 15.

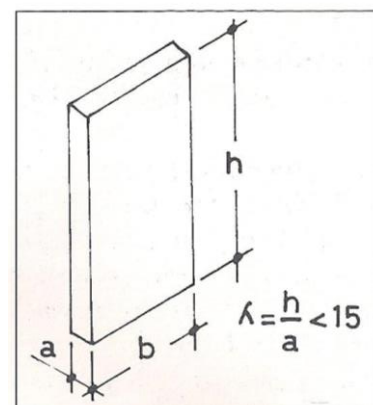


Ilustración 70. Figura esquemática del diseño que se debe aplicar para evitar pandeo. ⁽³¹⁾

Una vez comprobado con los cálculos que el diseño cumple con todo lo señalado en la normativa y su estructura es estable se comenzó a pensar en la maqueta, que se realizará a escala 1/20. El material elegido ha sido la madera por las texturas que forma similares al mármol, su ligereza y su fácil corte. Se eligieron unos listones reutilizados con diferentes secciones. Se marcaron todas las piezas con las medidas calculadas en el modelado previo, y se fueron cortando con la sierra de calar. Y, por último, se fueron limando y pegando con cola blanca de carpintero.

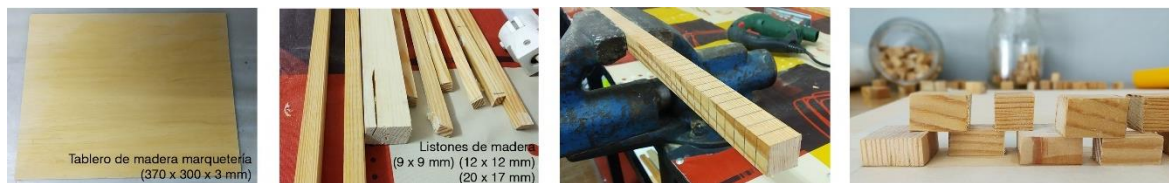


Figura 136. Materiales y proceso de realización de la maqueta. Autor: Elaboración propia.

A continuación, se muestran varias fotografías de la maqueta terminada. Y en el ANEXO nº8 se puede encontrar una ficha explicativa.

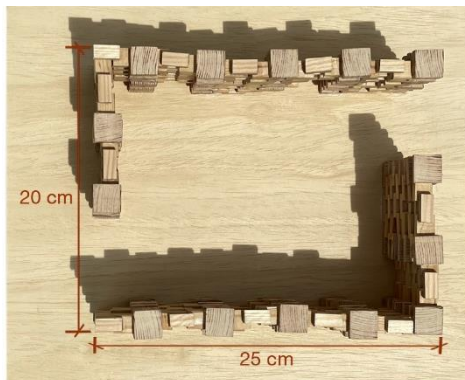


Figura 137. Vista en planta de la maqueta con las medidas. Autor: Elaboración propia.



Figura 138. Vista en alzado de la maqueta con la altura. Autor: Elaboración propia.



Figura 139. Vista en isométrica de la maqueta sobre césped. Autor: Elaboración propia.

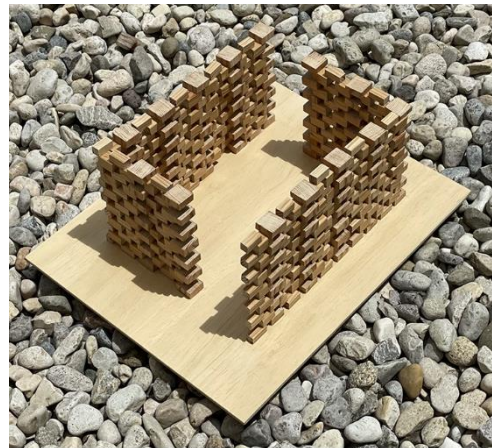


Figura 140. Vista en isométrica de la maqueta sobre grava. Autor: Elaboración propia.



Figura 141. Fotomontaje exterior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.

Figura 142. Fotomontaje interior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.

En el siguiente QR se puede ver un breve video *stop motion* del proceso de la maqueta o también en la web <https://vimeo.com/573735660>.



INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL 1 A BASE DE LODOS DE MÁRMOL

PROCESO DE LA MAQUETA
Escala 1/20



Figura 143. Video del proceso de construcción de la maqueta de la intervención estructural 1. Autor: Elaboración propia

5.4.4. Intervención estructural mediante restos de plaquetas de mármol

El segundo espacio estructural creado para nuestra rehabilitación será a base de residuos de los talleres de mármol, donde crean objetos a partir de losas y plaquetas. Estos restos suelen tener un grosor de 2 a 4 cm teniendo gran variedad de texturas. Por el entorno del Muelle de Carga de la Estación de Novelda existen empresas de este tipo, donde podemos



Ilustración 71. Restos de plaquetas de mármol de diferentes texturas. ⁽³²⁾

encontrar contenedores en el exterior con estos restos.

Siguiendo el análisis estructural de la primera maqueta se trata de unos volúmenes pesados que van apoyando unos sobre otros creando una celosía. Previamente se realizó una aproximación de las medidas deseadas para los espacios a crear (5 x 4 x 3 m) y se creó un modelado 3D con esta segunda idea.

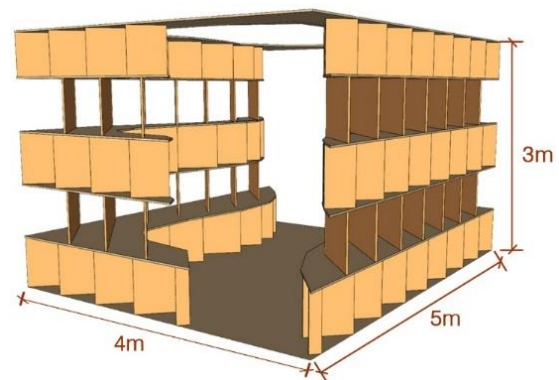


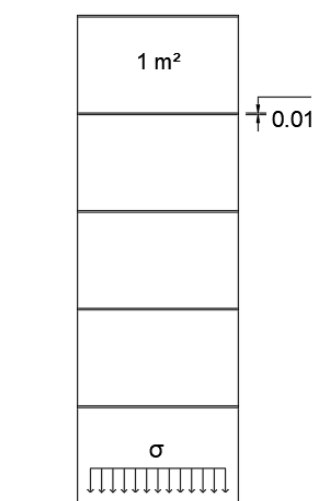
Figura 144. Volumetría con las medidas. Autor: Elaboración propia.

La estructura se compone de unas chapas metálicas horizontales que van separadas a través de unas piezas de mármol verticales con una inclinación que permite cierta visión entre ellas. Estas piezas van alternándose según los forjados hacia una dirección de 45°, de este modo se consigue que las cargas se repartan mejor hacia los apoyos inferiores, evitando que la chapa metálica sufra flexión simple. Como la estructura se ubicará en el interior de la edificación no tendrá esfuerzos de viento ni nieve, por lo tanto, únicamente tendrá el peso propio y la sobrecarga de uso. Toda la estructura estará sometida a cargas de compresión simple, siendo el mármol un buen material para soportarlas.

Para el cálculo estructural de esta intervención hemos recurrido al programa SAP 2000. Previamente al modelo informático vamos a realizar una estimación del nivel tensional que van a tener las placas de mármol, y en su conjunto. Para ello vamos a suponer que tenemos un modelo de cinco piezas de mármol de 1 m² de superficie y un espesor de 4 cm apoyadas cada una por una chapa metálica de superficie 1 m² y espesor 1 cm donde vamos a calcular la tensión soportada en los apoyos.

Densidad del mármol → 28 kN/m³ (Tabla de peso específico de materiales y elementos del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009).

Densidad del acero → 78,5 kN/m³



Tensión generada por el mármol

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{5 \text{ ud} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 0,04 \text{ m} \cdot 28 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 10^3}{1000 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm}} = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

Tensión generada en conjunto

$$\text{Mármol} \rightarrow 5 \text{ ud} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 0,04 \text{ m} \cdot 28 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 10^3 = 5.600 \text{ N}$$

$$\text{Acero} \rightarrow 5 \text{ ud} \cdot 1 \text{ m}^2 \cdot 0,01 \text{ m} \cdot 78,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 10^3 = 3.925 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{5.600 \text{ N} + 3.925 \text{ N}}{1000 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm}} = \frac{9.525 \text{ N}}{40.000} = 0,238 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 1 \text{ N/mm}^2$$

Figura 145. Esquema básico del cálculo a realizar.

Autor: Elaboración propia.

Tras observar que las tensiones en los apoyos son muy pequeñas, comprobamos que la estructura es estable a peso propio. Antes de calcular nuestra intervención realizaremos un cálculo previo de un modelo base. Primero rearemos el modelo geométrico en AutoCAD y luego lo pasaremos a SAP 2000 para comprobar que se puede calcular nuestro diseño. Creamos dos tipos de capas, una para las verticales siendo las piezas de mármol, y otra horizontal reflejando la chapa metálica. A la hora de realizar las superficies de cada geometría, cuadrado o triángulo, estos deben realizarse en sentido antihorario, para que los ejes locales de las piezas sean perpendiculares hacia fuera. Estas superficies serán nuestra segmentación en placas para el cálculo. De forma que todo el modelo estará compuesto por pequeñas placas que irán coincidiendo con la intersección de las verticales superiores e inferiores, las cuales van alternándose de dirección.

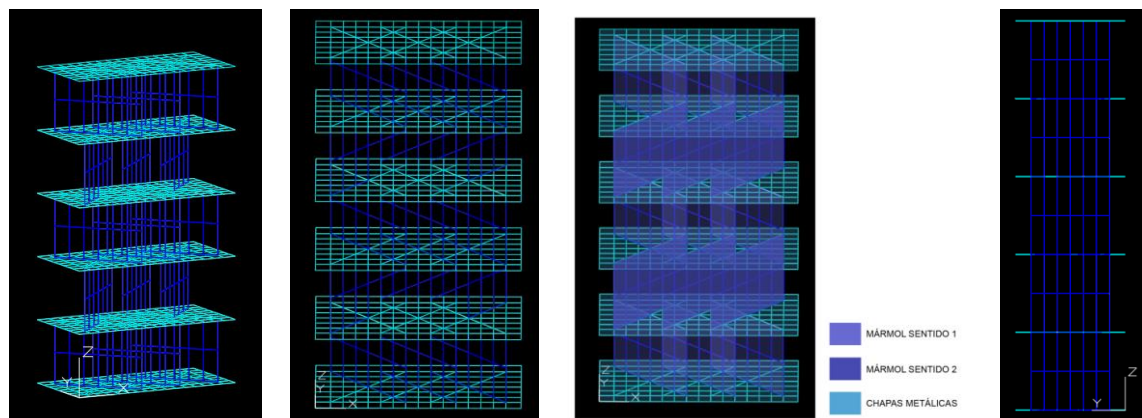


Figura 146. Modelo geométrico 3D en AutoCAD. Autor: Elaboración propia

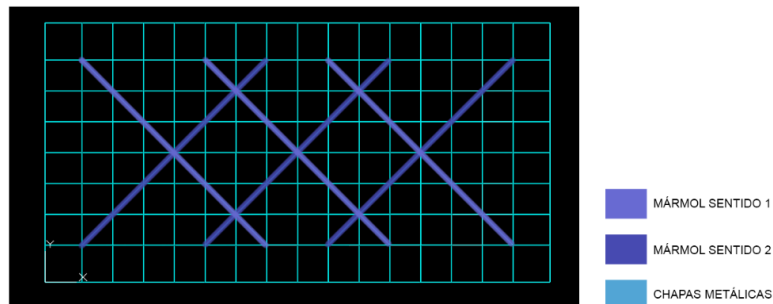


Figura 147. Modelo geométrico 3D en AutoCAD. Autor: Elaboración propia

Una vez que tenemos el modelo creado con sus respectivas placas discretizadas de modo que todas las líneas se intersecan coincidiendo en un punto, se guarda en la extensión .dxf. Abrimos un nuevo documento en SAP y lo importamos, comprobando que el eje de referencia coincida con el de AutoCAD. Al introducirlo nos preguntan por las capas donde tendremos que elegir la de mármol y chapa.

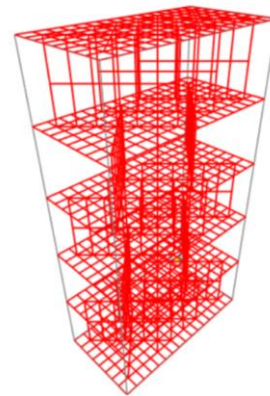


Figura 148. Modelo base en SAP. Autor: Elaboración propia.

Antes de calcular hay que precisar la información necesaria al programa, para ello seguiremos los siguientes pasos:

Definición de los materiales

Se tendrá que crear los dos materiales y definir su módulo de elasticidad y su peso específico. El acero viene como uno de los materiales base integrados en el programa, por tanto, solo necesitaríamos introducir los del mármol. El primer dato, el módulo de elasticidad lo obtenemos del libro Geotecnia y Cimientos I (Jiménez Salas & De Justo Alpañes, 1975) donde se ubica una tabla sobre los “valores del módulo de deformación lineal y del coeficiente de Poisson en testigos de suelo y roca, bajo cargas alejadas de rotura, determinados en ensayos de compresión simple”. En dicha información encontramos que el mármol tiene un rango entre 240.000 y 830.000 Kp/cm³, por tanto, para nuestro calculo elegimos un módulo de elasticidad de 500.000 Kp/cm³. De todas formas, cabe destacar que este valor depende del tipo de pétreo que estemos utilizando. No sería lo mismo el uso de piedra natural de Bateig que un mármol Carrara.

Y el segundo dato lo extraemos de la Tabla DBSE-AE Anejo C (Ministerio de Fomento, 2009).

Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³	Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³
Materiales de albañilería		Madera	
Arenisca	21,0 a 27,0	Aserrada, tipos C14 a C40	3,5 a 5,0
Basalto	27,0 a 31,0	Laminada encolada	3,7 a 4,4
Calizas compactas, mármoles	28,0	Tablero contrachapado	5,0
Diorita, gneis	30,0	Tablero cartón gris	8,0
Granito	27,0 a 30,0	Aglomerado con cemento	12,0
Sienita, diorita, pórfido	28,0	Tablero de fibras	8,0 a 10,0
Terracota compacta	21,0 a 27,0	Tablero ligero	4,0
Fábricas		Metales	
Bloque hueco de cemento	13,0 a 16,0	Acero	77,0 a 78,5
Bloque hueco de yeso	10,0	Aluminio	27,0
Ladrillo cerámico macizo	18,0	Bronce	83,0 a 85,0
Ladrillo cerámico perforado	15,0	Cobre	87,0 a 89,0
Ladrillo cerámico hueco	12,0	Estaño	74,0
Ladrillo silicocalcáreo	20,0	Hierro colado	71,0 a 72,5
Mampostería con mortero		Hierro forjado	76,0
de arenisca	24,0	Latón	83,0 a 85,0
de basalto	27,0	Plomo	112,0 a 114,0
de caliza compacta	26,0	Zinc	71,0 a 72,0
de granito	26,0	Plásticos y orgánicos	
Sillería		Caucho en plancha	17,0
de arenisca	26,0	Lámina acrílica	12,0
de arenisca o caliza porosas	24,0	Linóleo en plancha	12,0
de basalto	30,0	Mástico en plancha	21,0
de caliza compacta o mármol	28,0	Poliestireno expandido	0,3
de granito	28,0	Otros	
Hormigones y morteros		Adobe	16,0
Hormigón ligero	9,0 a 20,0	Asfalto	24,0
Hormigón normal ⁽¹⁾	24,0	Baldosa cerámica	18,0
Hormigón pesado	> 28,0	Baldosa de gres	19,0
Mortero de cemento	19,0 a 23,0	Papel	11,0
Mortero de yeso	12,0 a 28,0	Pizarra	29,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0	Vidrio	25,0
Mortero de cal	12,0 a 18,0		

⁽¹⁾ En hormigón armado con armados usuales o fresco aumenta 1 kN/m³

Tabla 5. Tabla de peso específico de materiales y elementos del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: S275

Material Type: Steel

Material Grade: S275

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 78.9725

Mass per Unit Volume: 7,849

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2.100E+08

Poisson, U: 0,3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 80769231

Other Properties For Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 275000

Minimum Tensile Stress, Fu: 430000

Expected Yield Stress, Fye: 302500

Expected Tensile Stress, Fue: 473000

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: MARMOL

Material Type: Other

Material Grade:

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 28

Mass per Unit Volume: 2,8552

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 50000000

Poisson, U: 0,3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 19230769

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 149. Datos de la chapa metálica. Autor: Elaboración propia.

Figura 150. Datos del mármol. Autor: Elaboración propia.

Hay que tener en cuenta siempre las unidades en las que estamos trabajando, para no crear confusiones al programa. Una vez añadido los datos pasamos a asignarlos a nuestra volumetría, donde cada placa creada debe tener asignado su material. Es importante también comprobar que están todas las placas creadas y no nos falta ninguna.

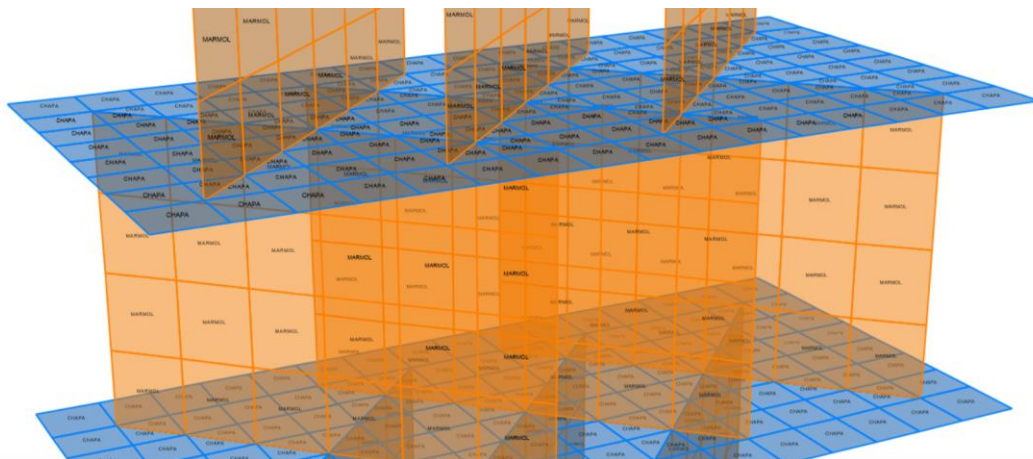


Figura 151. Asignación de los materiales a cada placa. Autor: Elaboración propia.

Asignación de grosores

Definiremos unos grosores previos para calcular, y ya según los resultados los ajustaremos para que sean los más próximos a los deseados en la intervención. Por esta razón le pondremos a la chapa metálica 1 cm y al mármol un ancho de 4 cm.

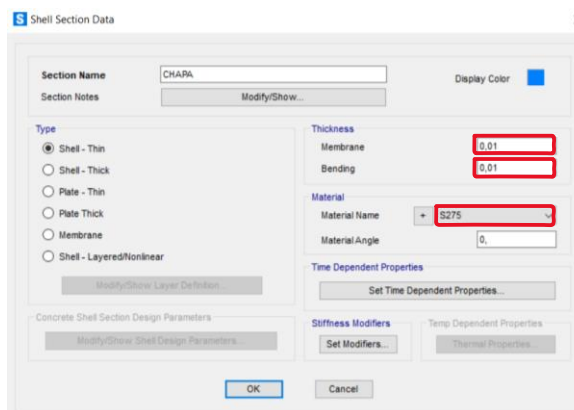


Figura 152. Espesor de la chapa metálica. Autor: Elaboración propia.

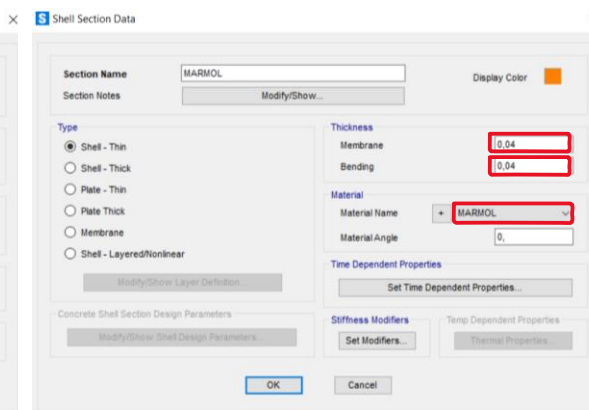


Figura 153. Espesor plaqueta de mármol. Autor: Elaboración propia.

Colocación de los apoyos

Marcaremos todos los puntos inferiores como apoyos al suelo.

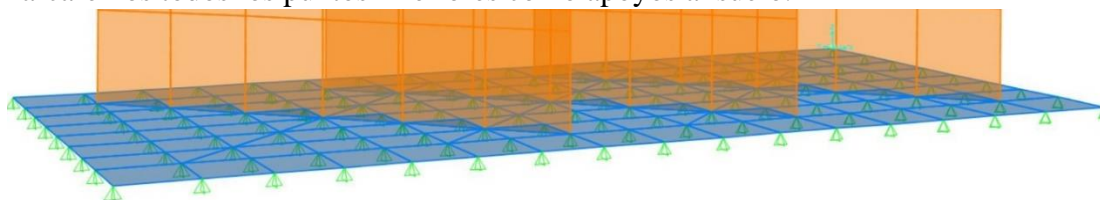


Figura 154. Apoyos de la estructura. Autor: Elaboración propia.

Definición de cargas

Como la intervención se ubica en el interior de la edificación la estructura no sufrirá cargas por viento ni por nieve, por tanto, le asignaremos la carga de peso propio y una sobrecarga de uso por los posibles objetos a colocar de exposición.

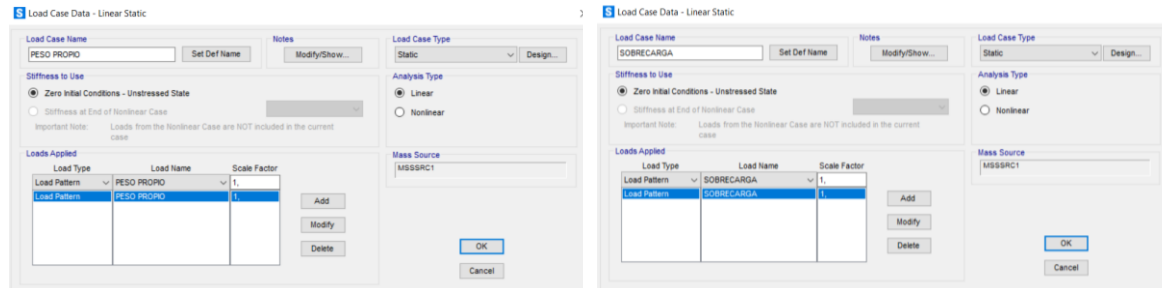


Figura 155. Carga de peso propio. Autor: Elaboración propia.

Figura 156. Sobrecarga de uso. Autor: Elaboración propia.

Una vez añadidas las cargas a soportar, en la estructura creamos las hipótesis de carga con la combinación de acciones para el Estado Límite Último (ELU) en situación persistente o transitoria. Donde observaremos las tensiones y la resistencia de los materiales, comprobando si los espesores definidos cumplen o hay que ajustarlos más. Y luego, el Estado Límite de Servicio (ELS) en situación característica, donde comprobaremos la deformada y la flecha que sufre la estructura con las cargas asignadas.

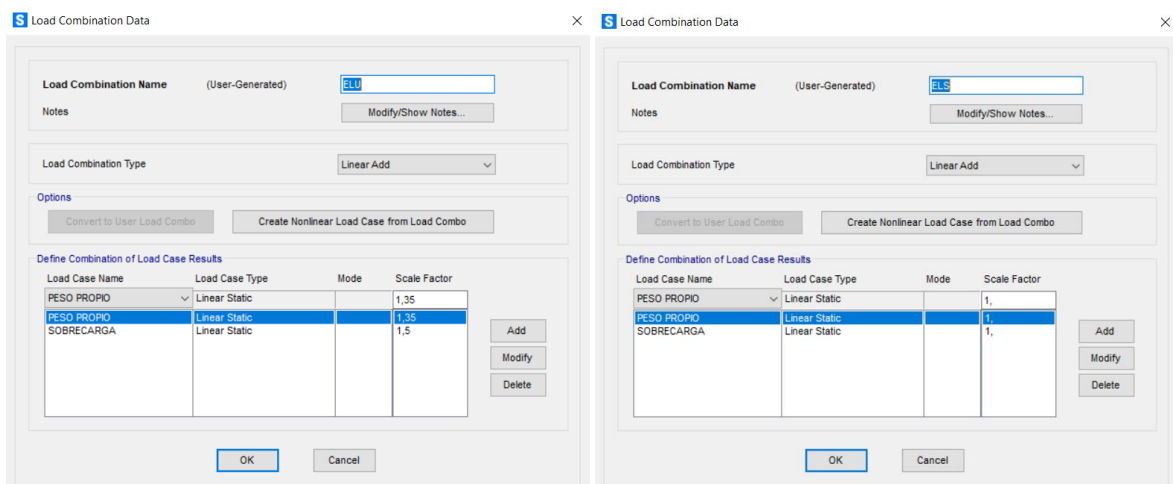


Figura 157. Combinación de acciones ELU. Autor: Elaboración propia.

Figura 158. Combinación de acciones ELS. Autor: Elaboración propia.

Calcular y resultados

Previamente a analizar los resultados queremos recordar que, según la ficha técnica (Anexo n^o9) facilitada por la Asociación de la Comunidad Valenciana Mármol de Alicante, como ejemplo, eligiendo la Piedra Crema Marfil tiene una resistencia a compresión característica de 169.000 kN/m².

Resistencia a la compresión EN 1926:2006 Compressive strength	
Valor medio de la resistencia a la compresión, R Mean value of compressive strength	169 MPa

Tabla 6. Resistencia a compresión de la piedra Crema Marfil. (Petrographic et al., 2017)

Esta resistencia a compresión sería la característica, por esta razón habrá que aplicarle un coeficiente de seguridad. Según DBSE-F T.4.8 (Ministerio de Fomento., 2019). En nuestro caso lo consideramos como fábrica de categoría del control de fabricación II y como se trata de una estructura postensada de fábrica armada elegiremos la categoría de ejecución tipo B por el control en obra.

Tabla 4.8 Coeficientes parciales de seguridad (γ_m)					
Situaciones persistentes y transitorias ⁽¹⁾			Categoría de la ejecución		
			A	B	C
Resistencia de la fábrica	Categoría del control de fabricación ⁽²⁾	I	1,7	2,2	2,7
		II	2,0	2,5	3,0
Resistencia de llaves y amarres		2,5	2,5	2,5	
Anclaje del acero de armar.		1,7	2,2		
Acero (armadura activa y armadura pasiva)		1,15	1,15		

⁽¹⁾ Para las comprobaciones en situación extraordinaria, los coeficientes de llaves y amarres son los mismos; de las fábricas los coeficientes son 1,2 1,5 y 1,8 respectivamente para las categorías A B y C.

⁽²⁾ Categorías según 8.1.1

⁽¹⁾ Para las comprobaciones en situación extraordinaria, los coeficientes de llaves y amarres son los mismos; de las fábricas los coeficientes son 1,2 1,5 y 1,8 respectivamente para las categorías A B y C.

⁽²⁾ Categorías según 8.1.1

Tabla 7. Tabla de coeficientes parciales de seguridad del CTE DBSE-F (Ministerio de Fomento., 2019)

$$\frac{169 \text{ MPa}}{2,5} = 67,6 \text{ MPa} \approx \mathbf{68 \text{ MPa}}$$

Por lo tanto, cogiendo este tipo de piedra como ejemplo para el cálculo, observamos que la resistencia de cálculo a compresión es de 68 Mpa. Conociendo este dato pasamos a analizar los resultados, primero comprobaremos las tensiones y la resistencia de los materiales y terminaremos con la deformada.

Examinando los resultados del Estado Límite Último (ELU) observamos las tensiones y la resistencia de los materiales, donde las máximas tensiones serán las máximas tracciones y las mínimas tensiones serán las máximas compresiones.

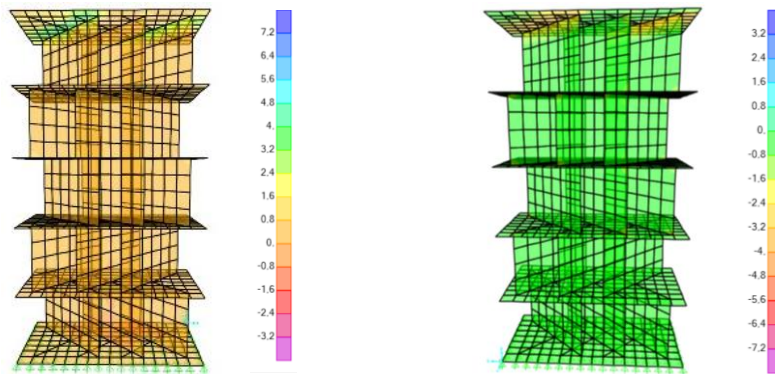


Figura 159. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Figura 160. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Para poder analizarlo mejor acotamos el rango de manera que nos aproximamos a los máximos y mínimos valores tensionales. Como se puede apreciar en las siguientes figuras las máximas tensiones están en la chapa superior, donde apoya las placas de mármol, provocando unas tracciones. Estas se deben a que en los voladizos de los laterales de las chapas se genera un pequeño momento, provocando que tienda a girar, lo que fuerza a que la plaqueta de piedra sufra una pequeña tracción. En la zona central queda compensada entre el giro de un lado y del otro. Y a medida que vas bajando, todo va pesando, disminuyendo de este modo las tracciones. En los nudos entre la chapa y la piedra existe también algo de tracción, provocado porque al ser un nudo rígido (90°), cuando la chapa tiende a girar crea un poco de flexión. Por el resto no encontramos tracciones significativas, todas ellas son muy pequeñas, como se observa en la gráfica, oscilando las mayores entre $2 N/mm^2$.

En el caso de las compresiones ocurre lo mismo, a causa del momento que generan esos voladizos, una cara se tracciona y la otra se comprime, de manera que las mínimas tensiones también se localizan en la cara superior. Como las placas son delgadas no hay una gran diferencia de tensiones entre una cara y otra. Las mínimas tensiones rondan $1 N/mm^2$.

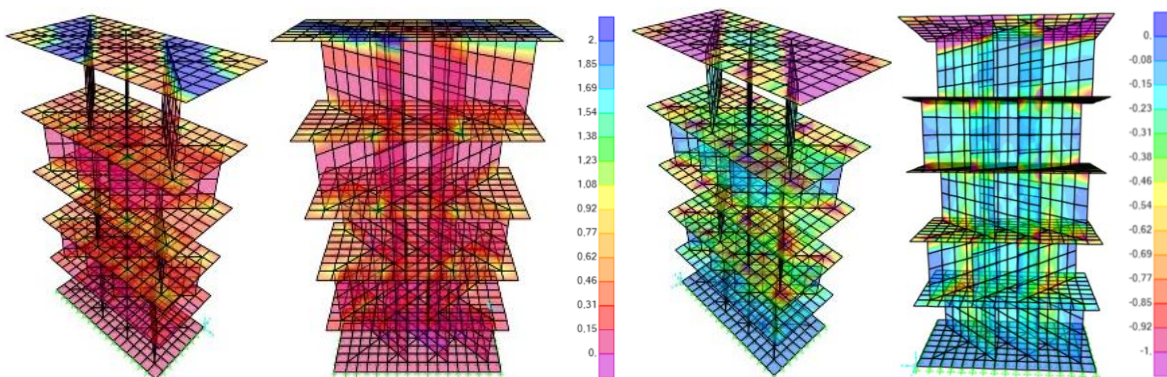


Figura 161. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Figura 162. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Para comprobar la resistencia de los materiales los estudiaremos por separado. En las siguientes figuras se pueden observar que los valores máximos para la chapa de acero oscilan los 2 N/mm², pudiéndolos considerar nulos, ya que el acero aguanta 275 N/mm². Para los valores máximos de la piedra nos salen de 0,5 N/mm².

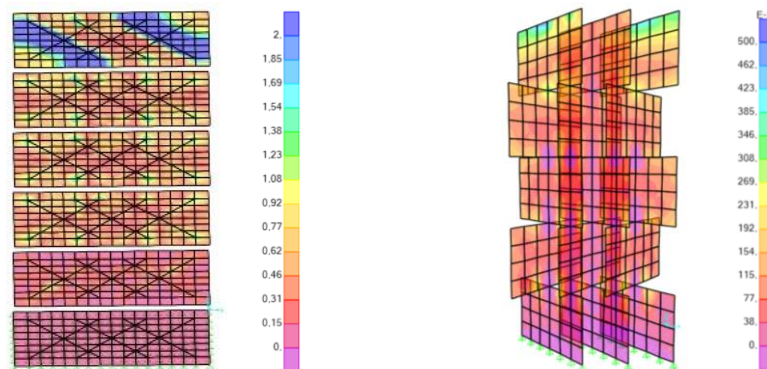


Figura 163. Tensiones máximas, máximas tracciones en la chapa de acero (N/mm²). Autor: Elaboración propia.

Figura 164. Tensiones máximas, máximas tracciones en las plaquetas de mármol (N/mm²). Autor: Elaboración propia.

A la hora de los valores mínimos tanto las chapas de acero como las plaquetas de piedra rondan 1 N/mm² de compresión máxima. Si nos fijamos en el ejemplo de la piedra Crema Marfil que aguanta 68 N/mm², podemos concluir que ambos materiales cumplen a nivel tensional la estructura.

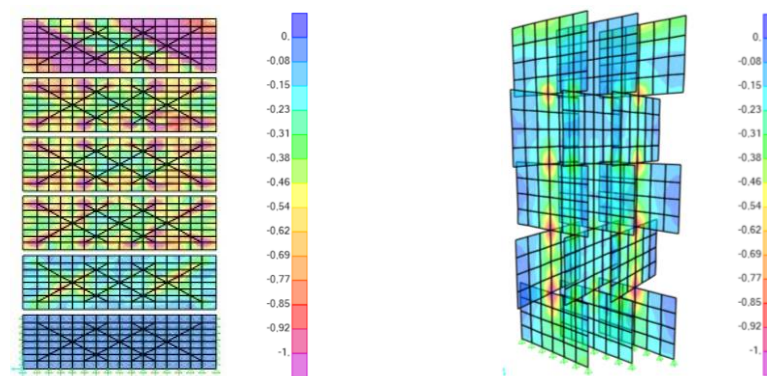


Figura 165. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la chapa de acero (N/mm²). Autor: Elaboración propia.

Figura 166. Tensiones mínimas, máximas compresiones en las plaquetas de mármol (N/mm²). Autor: Elaboración propia.

Ahora pasaremos a estudiar los resultados el Estado Límite de Servicio (ELS) comprobando las deformaciones y flechas que sufre la estructura. Como la mayor deformación aparece en el voladizo que ya hemos comentado, hace falta afinar más para detectar mejor los movimientos.

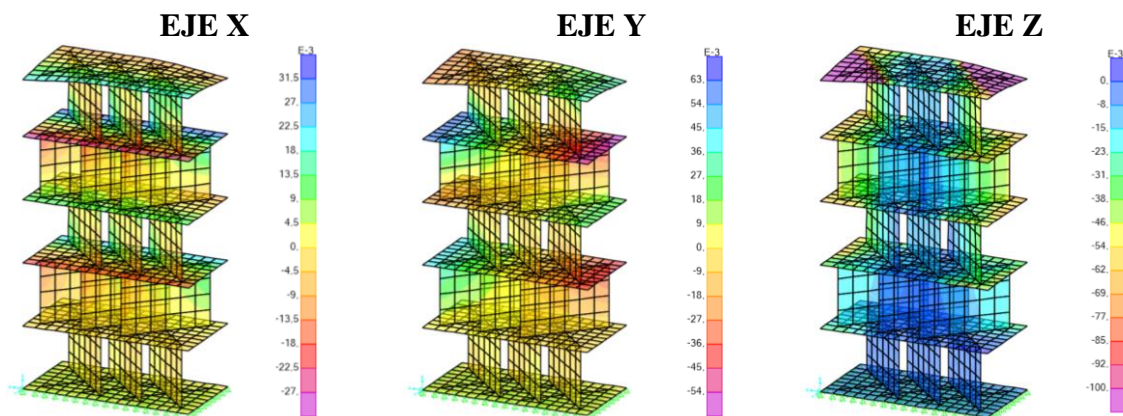


Figura 167. Desplazamientos según los ejes globales de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.

Como se observa los movimientos son casi nulos, siendo los más representativos en los ejes X e Y, oscilando en 0,03 y 0,06mm. Por lo tanto, podemos concluir que la prueba realizada sobre un fragmento de la intervención final cumple a nivel tensional, la resistencia de los materiales y las flechas de la estructura. Con los números previo ya se demostró que las tensiones que se obtendrían serían pequeñas, y tras este cálculo se ha demostrado. Ahora pasaremos a realizar el cálculo final de la intervención que planteamos, siendo la volumetría más compleja.

Para nuestro diseño, como tiene una geometría curva e irregular debemos crear un modelo más simplificado a la hora de calcularlo. Tras crear varios que pretendían realizar la curva con pequeñas líneas rectas nos damos cuenta de que no es viable. Por esta razón terminamos creando una geometría en forma de “L” aproximadamente proporcionada con la superficie que creaba en forma curva.

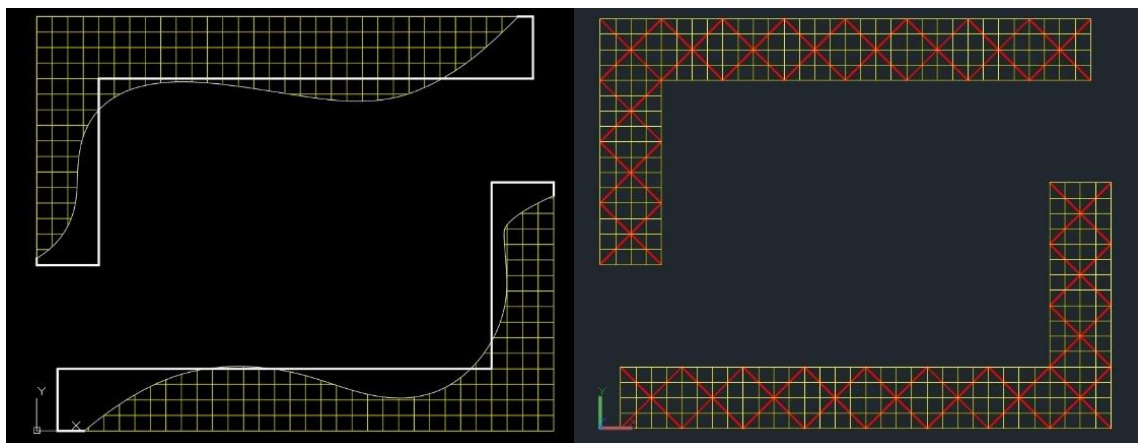


Figura 168. Superposición de la forma curva de la intervención y el modelo simplificado para el cálculo. Autor: Elaboración propia.

Figura 169. Modelo simplificado con las diagonales de las piezas y la discretización. Autor: Elaboración propia.

Tras tener el volumen creado en AutoCAD seguiremos los mismos pasos mostrados en la primera prueba realizada, ya que ha sido un fragmento del modelo final. Lo único que cambia es que ahora la sobrecarga de uso en el primer nivel será de 1 kN/m^2 por el banco creado y el resto tendrá $0,5 \text{ kN/m}^2$ por los productos que se expongan.

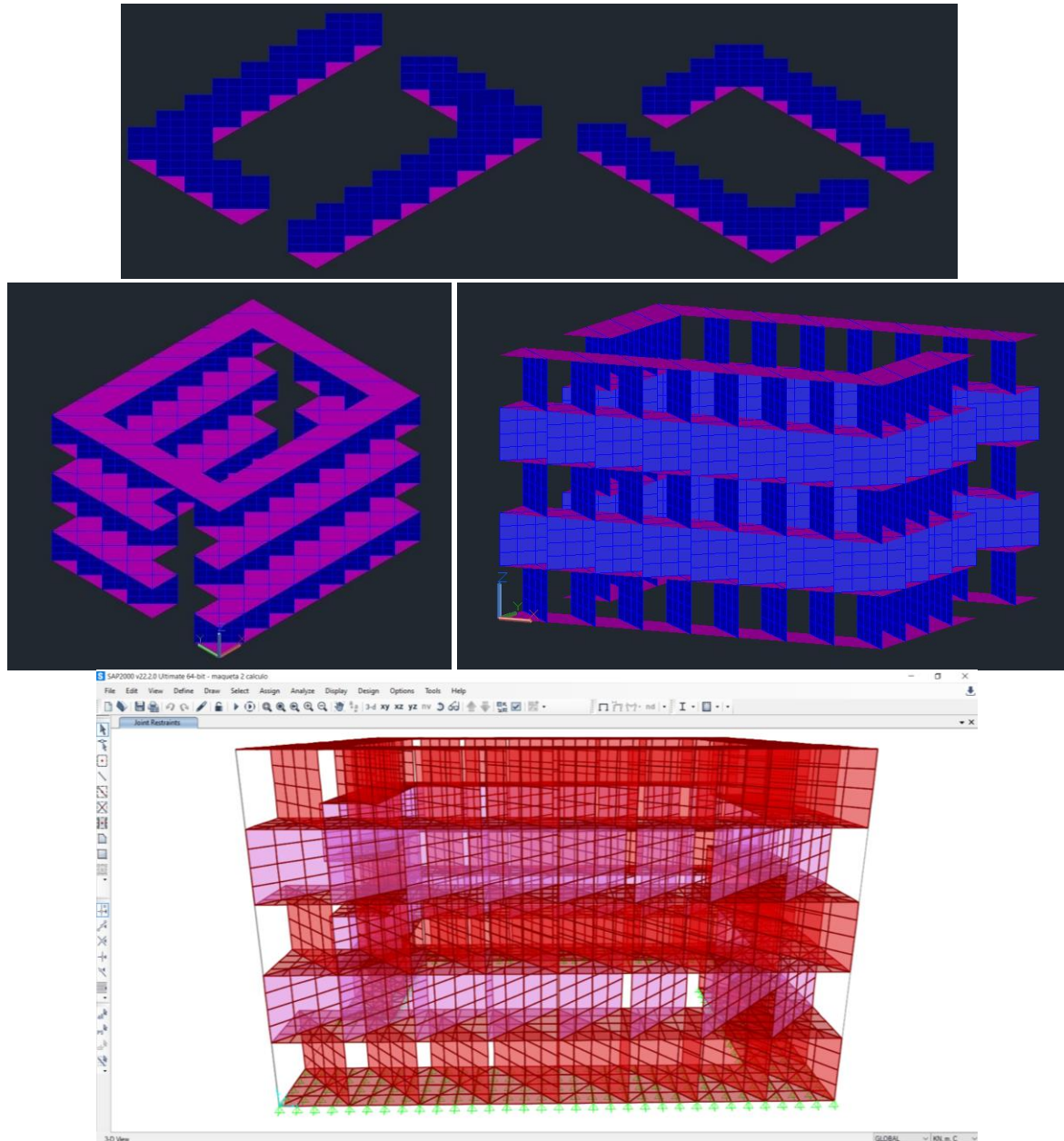


Figura 170. Nivel 1 realizado con sus dimensiones y sus placas. Autor: Elaboración propia.

Figura 171. Nivel 2 realizado con sus dimensiones y sus placas. Autor: Elaboración propia.

Figura 172. Modelo simplificado creado en AutoCAD. Autor: Elaboración propia.

Figura 173. Modelo simplificado creado en AutoCAD. Autor: Elaboración propia.

Figura 174. Modelo definido en SAP 2000. Autor: Elaboración propia.

Para analizar los resultados obtenidos comenzaremos por el Estado Límite Último (ELU), que del mismo modo que anteriormente analizaremos los valores tensionales y la resistencia de los materiales.

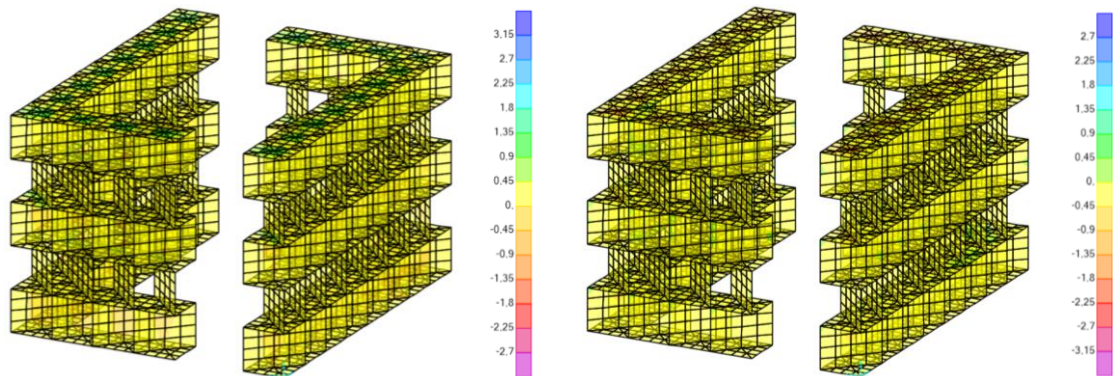


Figura 175. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm²). Autor: Elaboración propia.
 Figura 176. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm²). Autor: Elaboración propia.

Igual que la prueba anterior acotamos mejor el rango de manera que nos aproximamos a los máximos y mínimos valores tensionales. Como se puede apreciar en las siguientes figuras las máximas tensiones están en la chapa superior, donde apoya las placas de mármol, provocando unas tracciones. Según vayamos bajando de nivel, a causa del peso, las tracciones van disminuyendo. En los nudos entre la chapa y la piedra existe también algo de tracción, provocado porque al ser un nudo rígido (90°), cuando la chapa tiende a girar crea un poco de flexión. Por el resto no encontramos tracciones significativas, todas ellas son muy pequeñas, como se observa en la gráfica, oscilando las mayores entre 0,05 N/mm².

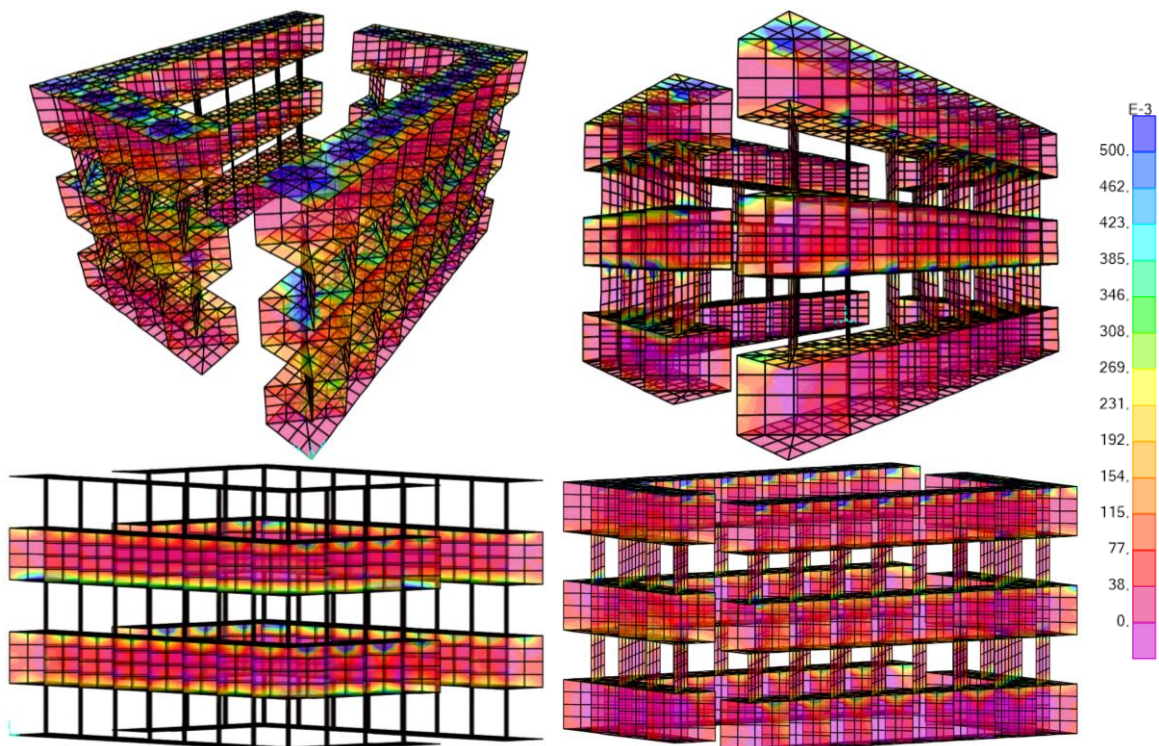


Figura 177. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm²). Autor: Elaboración propia.

En el caso de las mínimas tensiones, coincide su localización por las causas ya comentadas, al generar un momento, una cara se tracciona y la otra se comprime. Como las placas son delgadas no hay una gran diferencia de tensiones entre una cara y otra. Las mínimas tensiones rondan $0,05 \text{ N/mm}^2$.

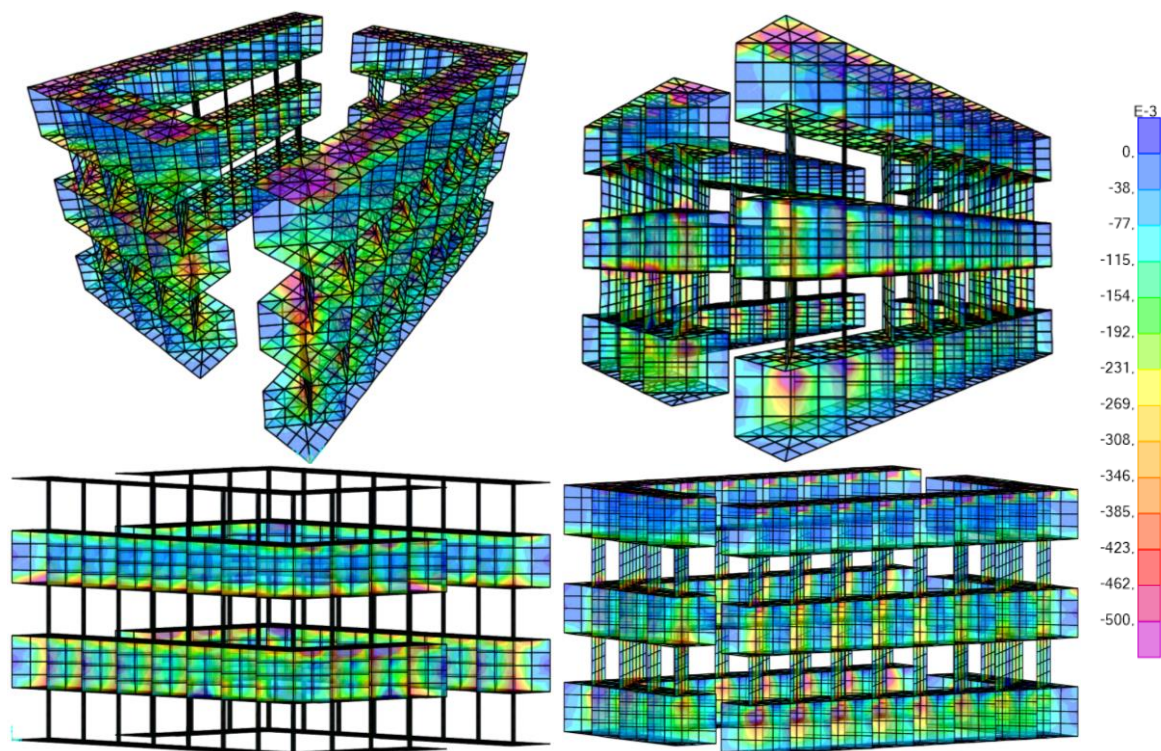


Figura 178. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Ahora comprobaremos la resistencia de los materiales estudiándolos por separado. En las siguientes figuras se pueden observar que las tracciones máximas para la chapa de acero oscilan los $0,05 \text{ N/mm}^2$, pudiéndolos considerar nulos, ya que el acero aguanta 275 N/mm^2 . Se ha eliminado el contorno de las placas para observar mejor el comportamiento estructural.

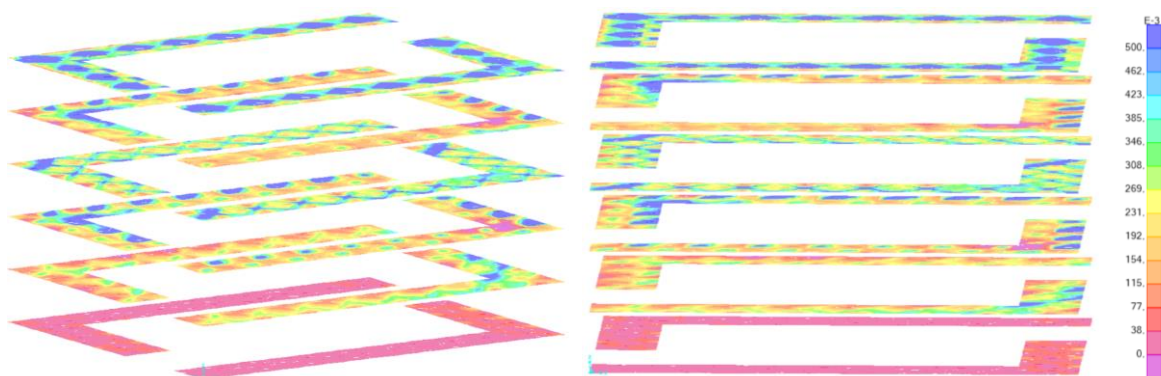


Figura 179. Tensiones máximas, máximas tracciones en la chapa de acero (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Y las compresiones del acero aparecen en las zonas inversas a las máximas tracciones. Siendo estas tensiones próximas a $0,05 \text{ N/mm}^2$, pudiéndolas considerar nulas también.

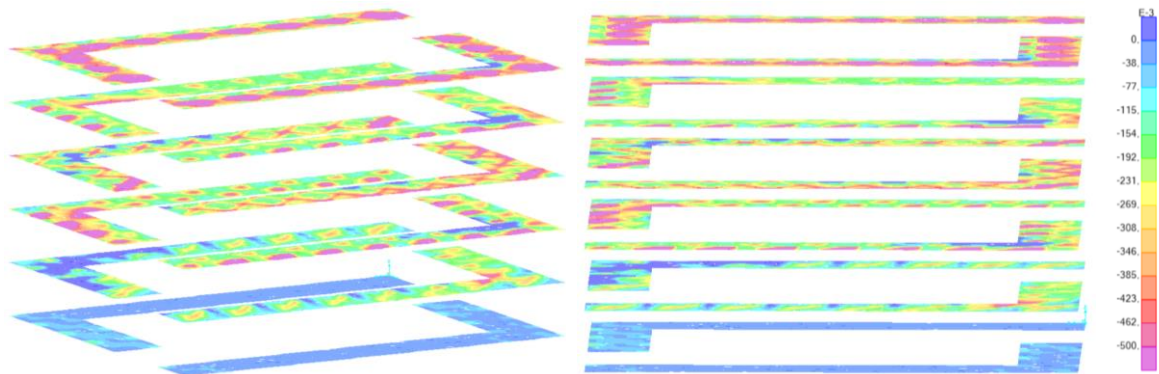


Figura 180. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la chapa de acero (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Ahora pasaremos a analizar las piezas de piedra con las máximas tracciones, rondando éstas $0,01 \text{ N/mm}^2$, siendo insignificantes. Estas se localizan en el apoyo entre las piezas, siendo un punto de concentración de tensiones. También se puede ver con mayor claridad que según vamos bajando las tensiones van aumentando.

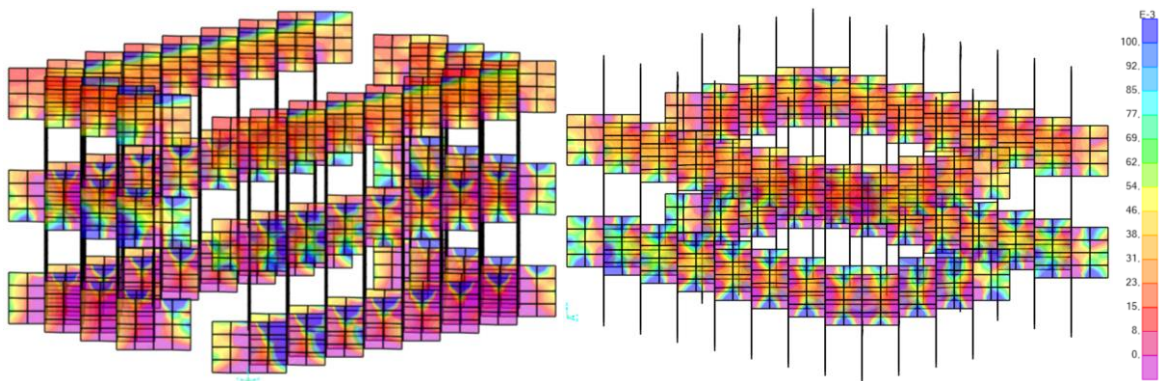


Figura 181. Tensiones máximas, máximas tracciones en las plaquetas de mármol (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

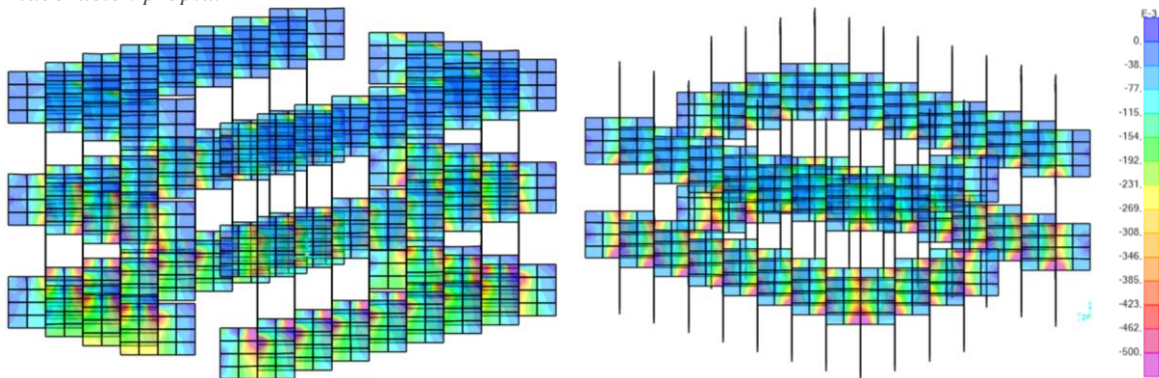


Figura 182. Tensiones mínimas, máximas compresiones en las plaquetas de mármol (N/mm^2). Autor: Elaboración propia.

Las compresiones máximas, ubicadas en los niveles inferiores de las piezas de piedra, se aproximan a $0,05 \text{ N/mm}^2$. Los puntos críticos de tensiones mínimas los encontramos en la zona de contacto entre piedra y piedra, donde se crea una concentración local de tensiones. Si nos fijamos en el ejemplo de la piedra Crema Marfil que aguanta 68 N/mm^2 , podemos concluir que ambos materiales cumplen a nivel tensional la estructura.

Ahora pasaremos a estudiar los resultados el Estado Límite de Servicio (ELS) comprobando las deformaciones y flechas que sufre la estructura. Como la mayor deformación aparece en el voladizo que ya hemos comentado, hace falta afinar más para detectar mejor los movimientos, para ello crearemos unos mapas de colores dependiendo del eje global.

Comenzaremos a explicar los movimientos provocados en el eje global X, donde se observa que la parte más afectada es el extremo corto, esto ocurre porque es la zona con menor inercia respecto a ese eje. La estructura en el sentido del eje X apenas se mueve, pasando lo contrario en el sentido perpendicular. De todos modos, la deformación ronda un máximo de $0,05 \text{ mm}$, siendo insignificante.

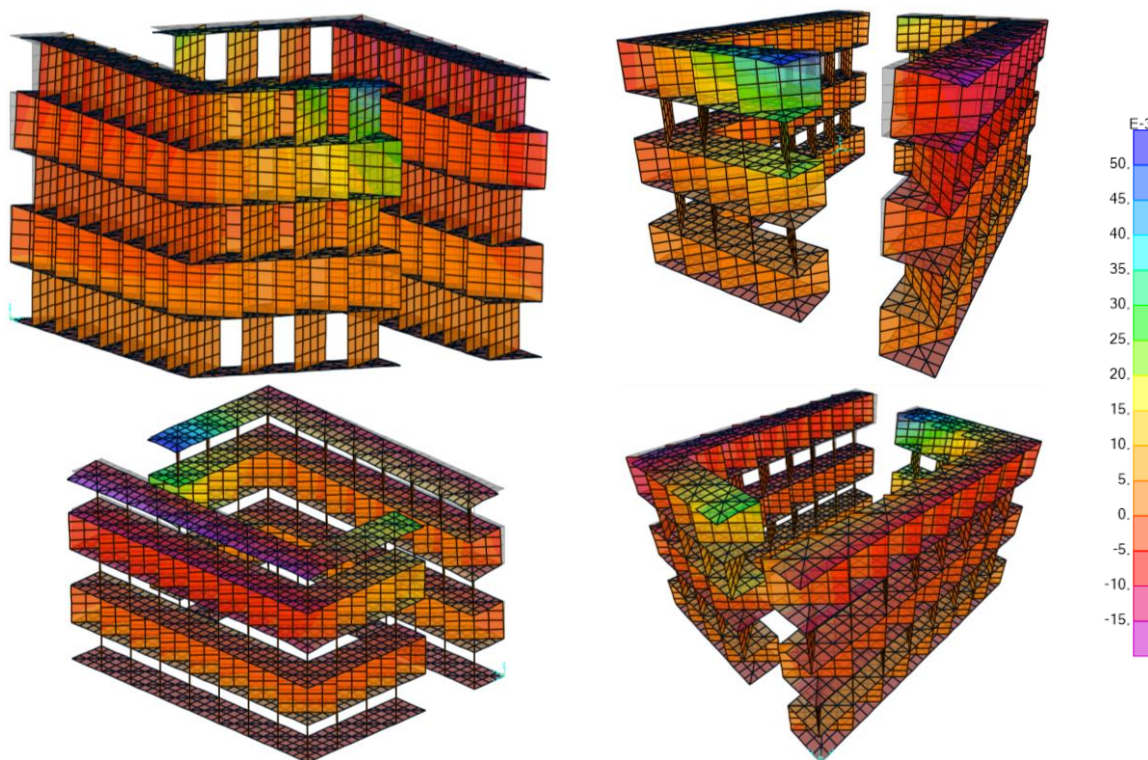


Figura 183. Desplazamientos según el eje global X de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.

En las siguientes figuras representamos los movimientos provocados por el eje global Y. Como se visualiza la parte más afectada es el extremo final superior, ocurriendo lo contrario que en el eje X, ahora la zona con menor inercia es la más alargada. A medida que se va subiendo el desplazamiento horizontal aumenta, y si la estructura fuera más esbelta aparecerían efectos de segundo orden lo que provocaría una inestabilidad de la estructura. Los mayores movimientos rondan 0,13mm, considerándolos nulos.

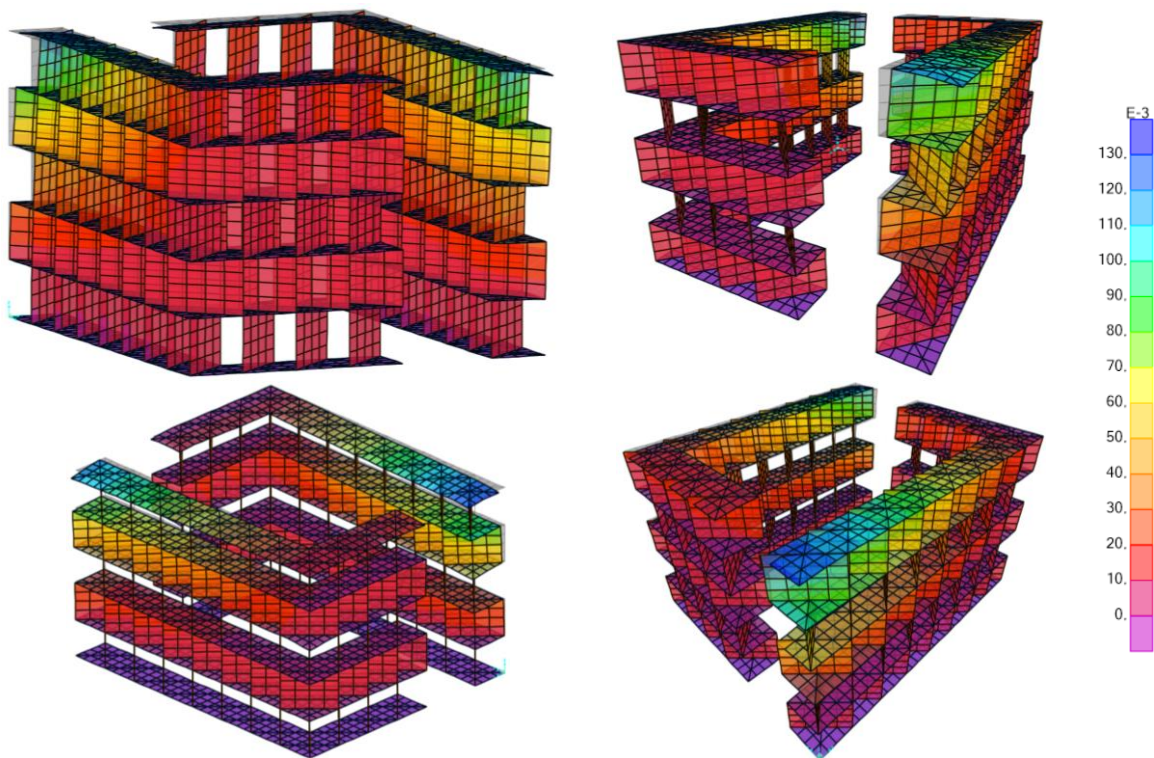


Figura 184. Desplazamientos según el eje global Y de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.

Y, para finalizar, señalamos los movimientos provocados en el eje global Z, donde se observa que la estructura de la derecha tiende a abrirse al exterior y en cambio la otra se cierra hacia el interior. También cabe destacar que en las esquinas donde se ubica el voladizo, la chapa intenta girar, provocando un movimiento que se va acumulando conforme se va subiendo de nivel, aumentando de esta forma el movimiento horizontal, siendo de 0,01mm.

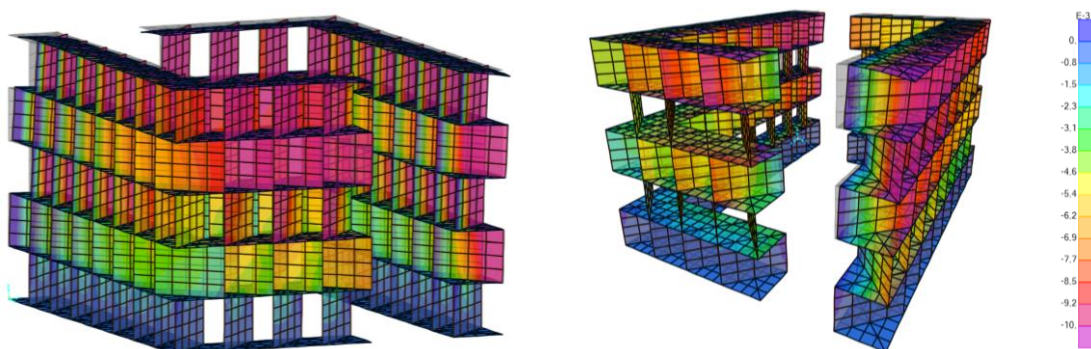


Figura 185. Desplazamientos según el eje global Z de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.

Para terminar de explicar bien la deformada hemos separado por un lado las chapas de acero y por otro las plaquetas de mármol, pudiendo mostrar mejor los desplomes en cada caso.

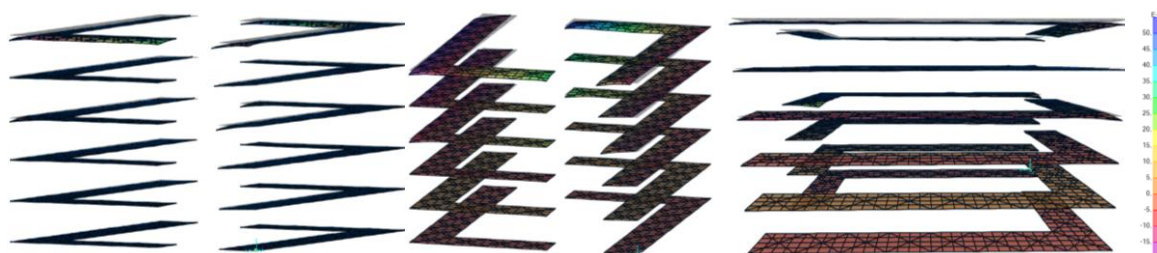


Figura 186. Desplazamientos según el eje global X de la chapa de acero (mm). Autor: Elaboración propia.

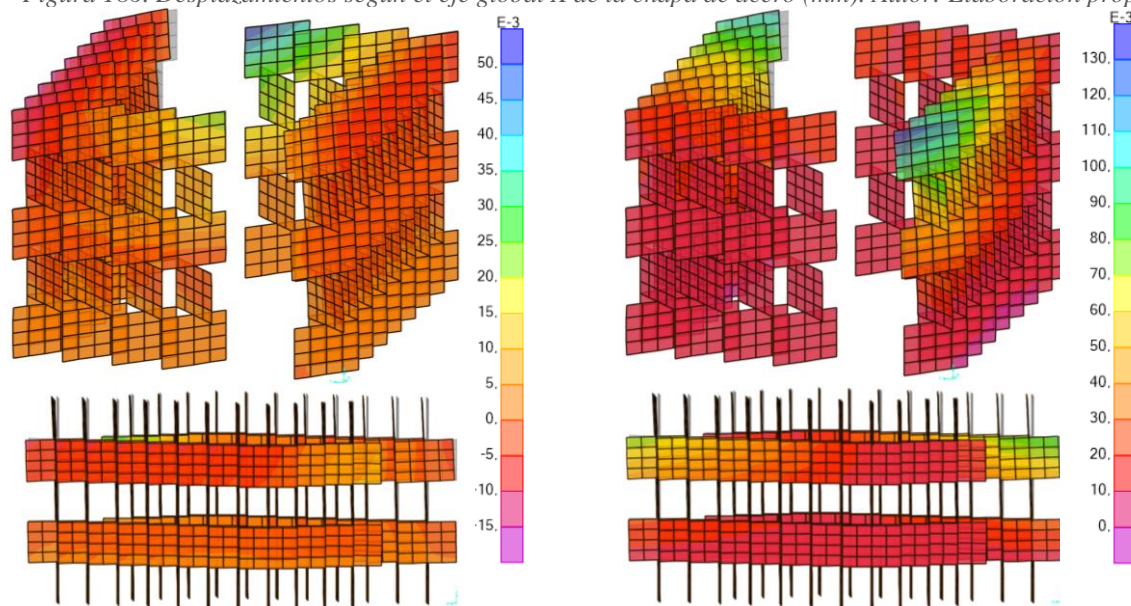


Figura 187. Desplazamientos según el eje global X de la plaqueta de mármol (mm). Autor: Elaboración propia.

Figura 188. Desplazamientos según el eje global Y de la plaqueta de mármol (mm). Autor: Elaboración propia.

Tras todo el estudio del cálculo podemos concluir que la estructura posee tensiones mínimas con lo cual los materiales las resisten sin problemas, y las deformaciones sufridas son insignificantes. La estabilidad general de la intervención estructural planteada no tiene problemas por estar protegida de la intemperie, si esto no fuera así, todo cambiaría. En el exterior el efecto del viento en las plaquetas verticales de piedra sería un problema grave de estabilidad.

No obstante, aun estando en el interior, si estas tensiones fueran superiores podría fracturarse la piedra, aunque en nuestro caso sería muy difícil que esto ocurriera. De todos modos, por seguridad se prevé que las piezas verticales de piedra estén compuestas por dos diferentes de 2cm, introduciéndoles entre ellas una capa de malla de vidrio con resina, de modo que si la placa se fractura no ocurra ningún accidente.

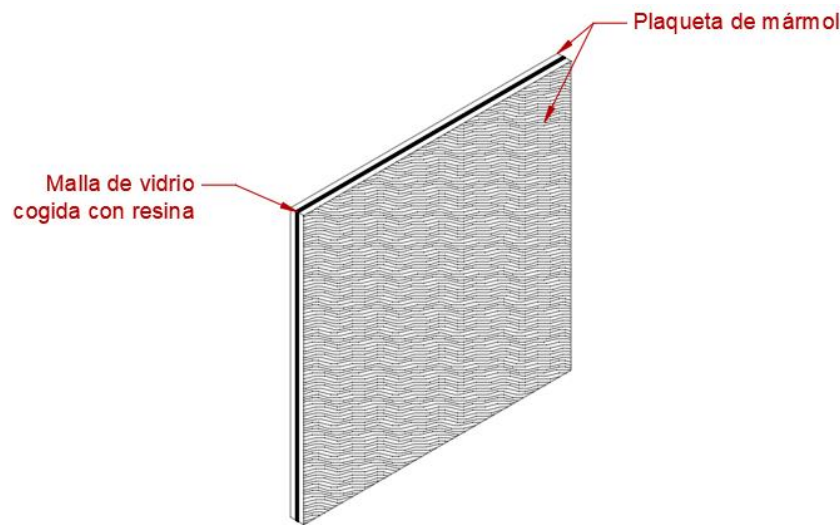


Figura 189. Esquema composición de piezas verticales de piedra (2+2cm). Autor: Elaboración propia.

Aunque se ha demostrado que la estructura es resistente insistiremos en la unión entre la chapa de acero y las piezas de piedra, siendo el punto clave para la correcta estabilidad estructural. Para ello se plantearán varias opciones posibles, comentando en cada una sus ventajas y desventajas.

Opción 1 - Unión continúa vista con perfil en “U”

Esta opción se plantea mediante la soldadura de perfiles en forma de “U” a la propia chapa realizado en taller. Una vez allí sería necesario una subestructura de andamios para la colocación de las chapas horizontales, y las piezas de mármol verticales se irían metiendo en los perfiles. Para asegurarnos su sujeción y fijación se echará dentro del perfil pegamento epoxi previo a la pieza. Para que visualmente no llame la atención el perfil deberá tener sus alas de máximo 1 cm, de modo que sea lo mínimo necesario para sujetar la pieza.



Ilustración 72. Perfil en forma de “U”.⁽³³⁾

Ventajas: las piezas de mármol no se debilitan en ningún momento y pudiendo ser más finas.

Desventaja: complicación en el montaje, necesidad de andamios o una subestructura. Además, visualmente queda peor, por ver las alas de los perfiles en “U”.

Opción 2 - Unión puntual vista con perfil en “L”

Esta opción se conforma con perfiles en forma de “L”, más conocidos como ángulos. Estos vendrían soldados de un ala de taller. A diferencia del anterior no hace falta poner una subestructura, se puede ir poniendo la chapa e ir atornillando, sujetando las piezas de mármol, y luego la siguiente chapa. El número de angulares a colocar por pieza serán mínimo 4, divididos entre arriba y abajo, y ya según el largo se irían incrementando. Para aligerar la ejecución, las piezas de mármol pueden venir ya con el taladro del tornillo o pasador, de modo que solo sea colocarlo y atornillarlo al ángulo.



Ilustración 73. Perfil en forma de “L”, angular. ⁽³⁴⁾

Ventaja: las piezas de mármol no se debilitan, pudiendo ser más estrechas, además de su fácil montaje.

Desventaja: los ángulos cogidos a las plaquetas pueden llamar la atención y perder la esencia del diseño.

Opción 3 - Unión continua oculta con pletina pegada con epoxi

La siguiente propuesta consiste en una unión oculta mediante una pletina continua soldada de taller a la chapa. Una vez allí sería necesario una subestructura de andamios para la colocación de las chapas horizontales, y las piezas de mármol verticales se irían metiendo en las pletinas. Para esta opción las



Ilustración 74. Detalle sujeción fachada ventilada. ⁽³⁵⁾

plaquetas pétreas tendrán que venir preparadas como si se tratara de una fachada ventilada, en la cual tiene una subestructura oculta de sujeción de las piezas. Para asegurarnos su estabilidad se echará a la pletina pegamento epoxi previo a la pieza, y también se pueden colocar unos pasadores puntualmente.

Ventaja: la unión oculta queda mucho más elegante.

Desventaja: la pieza se debilita interiormente en la parte superior e inferior por la unión, necesitando también un mayor espesor. Además, su ejecución puede ser más complicada que las otras.

Opción 4 - Unión puntual oculta con tornillos

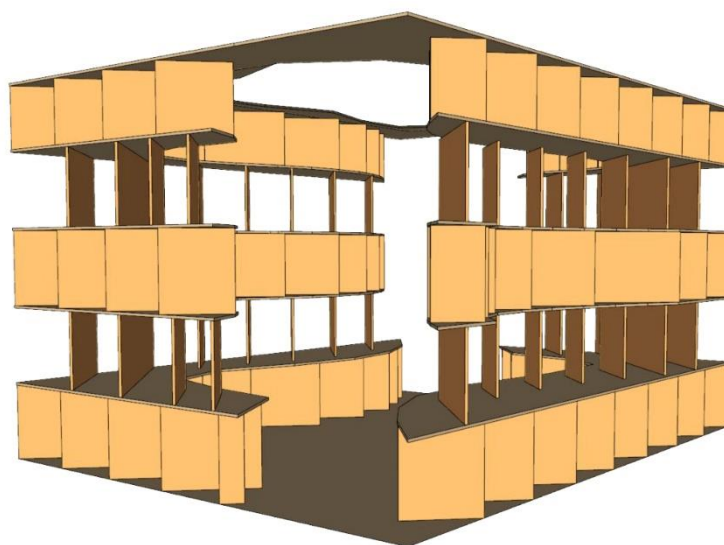
Como última opción y la más económica planteamos la sujeción de las piezas de mármol mediante tornillos o conectores de forma puntual desde la cara inferior y superior de la chapa. A la hora de la ejecución no sería necesario la colocación de una subestructura, y como las piezas van alternándose 45° cada nivel, esto ayuda a poder atornillarlo sin dificultad. Para que la sujeción sea más duradera las piezas de mármol pueden venir de fábrica con el taladro realizado y con un manguito enroscado metido con pegamento epoxi, de manera que la ejecución sea solo atornillar. Por diseño el taladro será avellanado, de modo que el tornillo quede enrasado a la chapa. Para atornillar el primer piso será necesario la colocación de caballetes, y luego se deja caer al suelo y se continua con el resto de los niveles.

Ventajas: no debilitas la pieza al ser algo puntual, la unión es oculta, el montaje es más sencillo y es la propuesta más económica. Siendo la opción más adecuada.

Desventajas: las piezas deberán tener un espesor mínimo para poder realizar el taladro sin ser fracturadas.

Tras todas estas opciones de ensamblaje cabe destacar que se puede elegir cualquiera de las planteadas, pero siempre sería necesario consensuar con el fabricante, realizando alguna prueba previa. De estas formas planteadas la sujeción será visualmente mínima o nula, dejando observar toda la pieza y sus diferentes texturas, teniendo un diseño elegante. Al no coincidir las piezas en vertical e ir en tres bolillos ayuda estructuralmente a repartir las cargas y facilita la ejecución. En los Planos del Proyecto se puede encontrar una ficha de esta intervención donde se representan estas cuatro opciones, *ANEXO n°4*.

El diseño en curva permite que en ciertas zonas se creen unos bancos de descanso o reunión. La pieza superior que cierra toda la estructura ayuda a que está sea más estable, y su apertura central permite observar la estructura de la propia edificación.



Una vez se tiene el diseño, los cálculos y pensado la ejecución se comienza a pensar en la maqueta, que se realizará a escala 1/20. Desde el principio para este diseño se piensa en un uso para la industria de las especias de Carmencita (Novelda) o calzado (Elda-Petrer), por esta razón desde el propio diseño inicial se buscaba una estructura donde exponer estos productos.

El material elegido para la maqueta ha sido la madera por las texturas que forma similares al mármol, su ligereza y su fácil corte. Previamente se pensó en realizar las verticales con diferentes tipologías de maderas, para ello se acudió a un carpintero y se solicitó algún catalogo viejo de muestras. Fuimos limpiando y eliminando las etiquetas que traían, para prepararlos y marcar las medidas y cortarlas, al llegar a este paso, nos dimos cuenta de que, aun llevando mucho cuidado, el ancho variaba. La tolerancia de las piezas cortadas por una persona es mayor a la exactitud de la máquina.



Figura 192. Prueba de corte de una pieza de muestra de madera. Autor: Elaboración propia.

Por esta razón, tuvimos que cambiar de idea y tendría que ser toda la maqueta del mismo tipo de madera, para que la altura de las piezas verticales sea la misma. Se acudió al carpintero, quien nos facilitó una madera de marquetería de restos que tenía sueltos, por suerte está tenía dos caras, una más clara que otra. Para que la altura de las piezas sea todas la misma, mediante el robot nos realizó largas tiras de 3 cm, que luego fuimos cortando según el largo de la pieza. Una vez tuvimos la madera para las piezas en horizontal, se fue marcando el diseño y cortando mediante una sierra de marquetería. Y, por último, se fueron limando y pegando con cola blanca de carpintero, comprobando que estuvieran bien alineadas unas con otras.

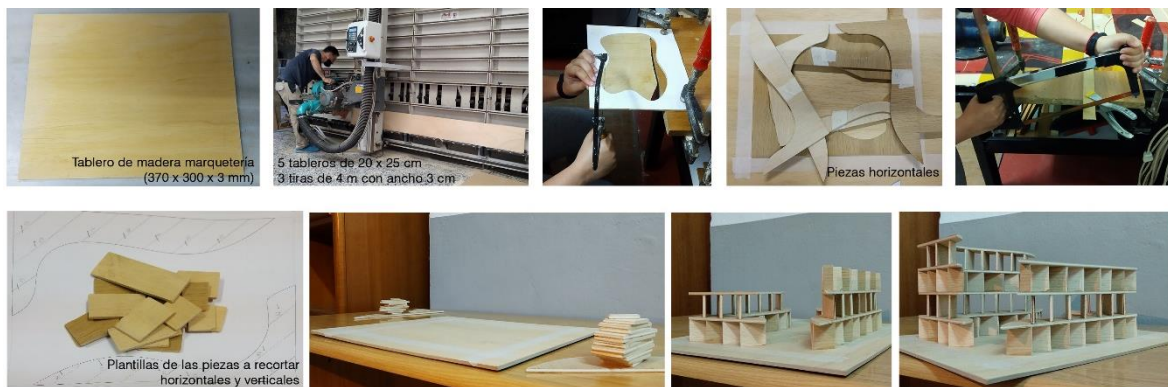


Figura 193. Materiales y proceso de realización de la maqueta. Autor: Elaboración propia.

Como cada cara tiene un color se decidió ir intercalando de tonalidad según el nivel, como se observa en las siguientes fotografías de la maqueta terminada. Y en el ANEXO nº8 se puede encontrar una ficha explicativa.



Figura 194. Vista en lateral de la maqueta con las medidas. Autor: Elaboración propia.

Figura 195. Vista en alzado de la maqueta con la altura. Autor: Elaboración propia.



Figura 196. Vista superior donde se observa el manco lateral. Autor: Elaboración propia.

Figura 197. Vista de la maqueta a escala 1/20. Autor: Elaboración propia.



Figura 198. Fotomontaje exterior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.

Figura 199. Fotomontaje exterior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.

Se ha realizado un video del montaje de la maqueta que mostramos en el siguiente QR o web <https://vimeo.com/573739727>.



INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL 2 A BASE DE PLAQUETAS DE MÁRMOL

PROCESO DE LA MAQUETA
Escala 1/20



Figura 200. Video del proceso de construcción de la maqueta de la intervención estructural 1. Autor: Elaboración propia

5.4.5. Intervención estructural mediante restos de polvo de mármol

El tercer espacio estructural esta realizado mediante piezas creadas a partir de polvo de mármol, polvo de vidrio y un aglomerante. Esta intervención estará dedicada al sector de la uva embolsada de Novelda.



Figura 201. Polvo de mármol. Autor: Elaboración propia

Siguiendo el análisis estructural previo, la estructura estará conformada mediante unas piezas pesadas que se irán superponiendo, creando un flujo de aire mediante una celosía.

Previamente se realizó una aproximación de las medidas deseadas para los espacios a crear (5 x 4 x 3 m) como en el resto.

El primer paso será comenzar a pensar en el tipo de pieza a crear. Como es para la compraventa de uva la pieza tendrá un saliente para poder colgarla, decorando el espacio con el propio producto. Tras varios bocetos de la pieza seguimos creando la composición del conjunto.

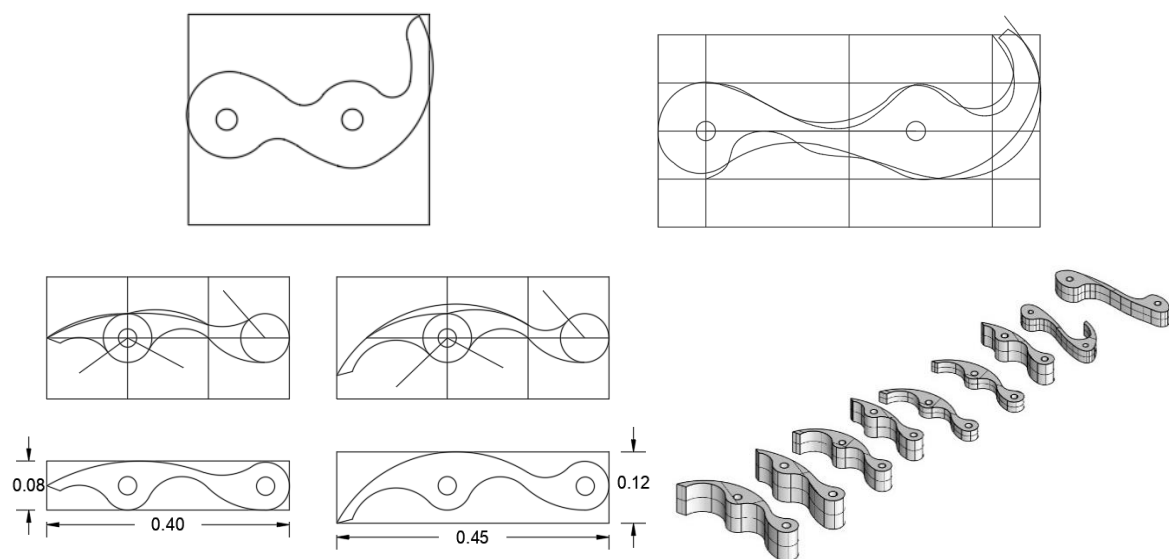


Figura 202. Primeros bocetos de la pieza. Autor: Elaboración propia.

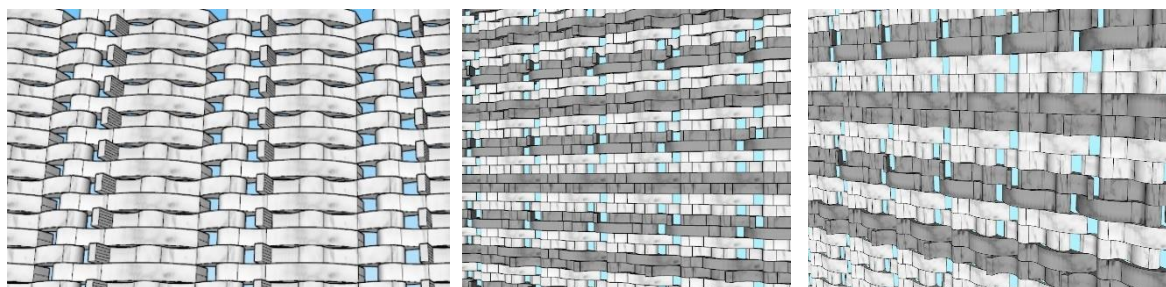


Figura 203. Primeros bocetos del conjunto de piezas. Fuente: Elaboración propia.

Tras todas las pruebas decidimos crear dos piezas, una sobresale más para poder colgar los productos ya comentados, y la otra irá colocada hasta una altura de 1m, para evitar tropiezos o golpes. Luego también se deciden ir girándolas para dejar el saliente de forma que se puedan colgar objetos sin que molesten uno sobre otros. Además, esto también ayuda a colgar tanto por el interior del espacio como por el exterior.

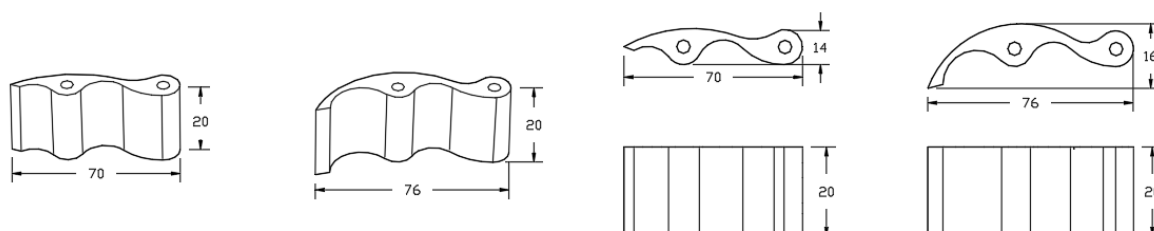


Figura 204. Piezas creadas con sus medidas. Autor: Elaboración propia.

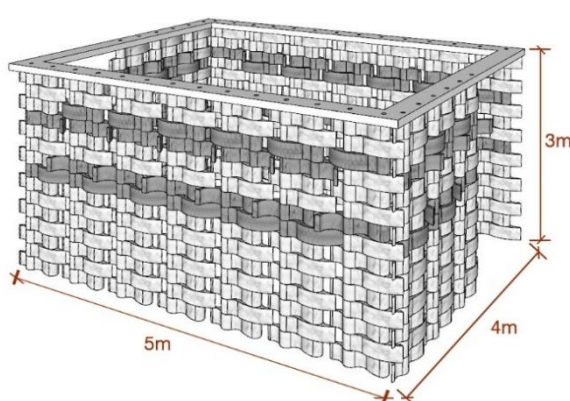


Figura 205. Volumetría con las medidas. Autor: Elaboración propia.



Figura 206. Colocación de las piezas. Autor: Elaboración propia

La estructura se compone de una serie de piezas pesadas que generan unos esfuerzos a compresión transmitiendo las cargas a los apoyos inferiores. Para aumentar su estabilidad estructural frente a vuelco interiormente se colocan unos redondos postensados mediante unas chapas en la base y la parte superior. La colocación de las piezas está pensada de forma que, aunque su forma sea irregular su estabilidad una sobre otra sea la más adecuada.

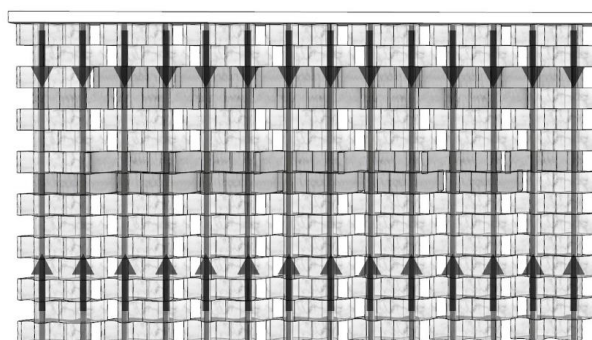


Figura 207. Estructura interna postensada comprimiendo las piezas. Autor: Elaboración propia.

Ahora una vez definido la volumetría y teniendo clara la estructura interna pasaremos a calcular si realmente de esta forma se podría mantener firme o hace falta repensar el diseño. Para ello cogeremos la pieza que no sobresale, siendo la de menores dimensiones y peso, por tanto, la más desfavorable, esta será nuestra base tanto para el cálculo como para la ejecución de la pieza. En este caso como no conocemos la densidad de la mezcla tendremos que comenzar por crear la pieza. Una vez la tengamos, la pesaremos, de forma que, a partir de conocer su masa, podremos comprobar si realmente es estable la estructura o tendremos que realizar cambios para que lo sea.

La pieza se creará a escala 2/1 y a su composición de polvo de mármol se le añadirá un aglomerante y polvo de vidrio reciclado para dar cohesión, dureza y homogeneidad.



Figura 208. Polvo de mármol machacado. Autor: Elaboración propia

Figura 209. Polvo de vidrio reciclado. Autor: Elaboración propia

Figura 210. Cola blanca flexible. Autor: Elaboración propia. ⁽³⁶⁾

De este modo se crearán piezas de calidad que sorprenderán al estar compuestas de estos residuos. Como ya se ha comentado esta intervención estará dedicada a la uva embolsada, por ello algunas piezas tendrán un saliente para poder colgarlas, formando el producto parte de la propia arquitectura.

Para la creación de dicha pieza previamente se ha realizado un molde mediante impresión 3D. Para ello hemos tenido que pensar muy bien en la forma que darle, para luego no tener problemas al extraer la pieza.

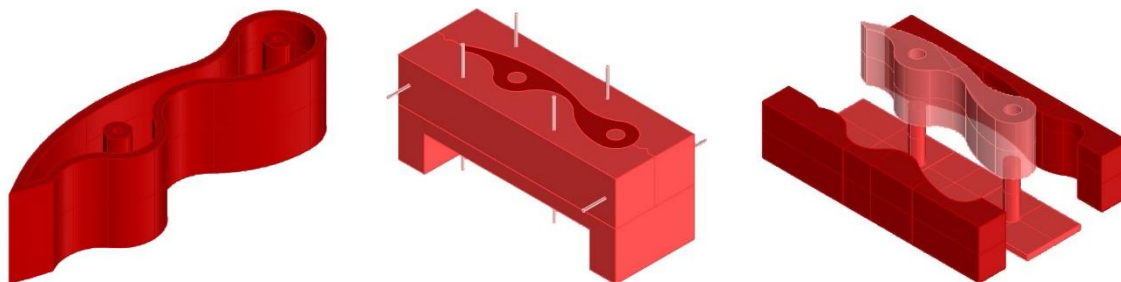


Figura 211. Ideas previas al molde creado. Autor: Elaboración propia

La impresora utilizada se trata del modelo ET4 3D de la marca LABISTS. Uno de los problemas que nos hemos encontrado es la limitación de la cama de la impresora, siendo de 22 x 22 cm, y nuestra pieza tiene un largo de 35 cm. Para subsanarlo hemos tenido que ir fraccionando el molde, teniendo 9 piezas, que luego tendremos que pegar o sujetar bien. Por esta razón, hemos ampliado a los laterales con una hendidura en forma de cuña, para encajar mejor las piezas. De altura tiene un límite de 25 cm, pero como nuestras piezas tienen un máximo de 10 cm no tuvimos problema.

Una vez tenemos el molde modelado en 3D trasladamos las piezas al programa Ultimaker Cura, donde configuraremos los parámetros para la impresión. Una vez designado todo, nos aparece la cantidad de gramos de plástico, en nuestro caso será filamento PLA (ácido polilactico). Aquí nos surgió otro problema, al incluir y sumar todos los gramos de las 9 piezas que necesitamos nos salía un total de 3620 g, siendo contraproducente al fin sostenible del trabajo. Para ello tuvimos que aligerar las piezas creándolas únicamente con los muros exteriores y la parte superior, siendo todas huecas interiormente. Como para sujetarlas se prevé que se utilicen unos gatos, reforzamos interiormente las piezas puntualmente. De este modo la impresión de las 9 piezas nos gastará 1217 g.

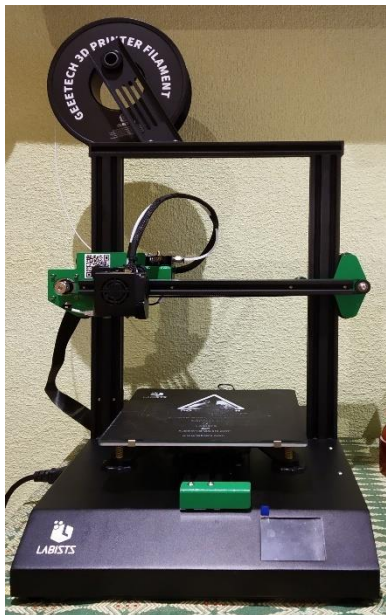


Figura 212. Impresora 3D utilizada para crear el molde. Autor: Elaboración propia.

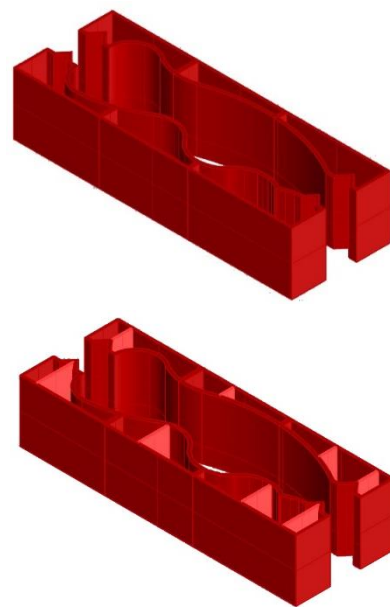


Figura 213. Molde hueco interiormente con la hendidura en cuña. Autor: Elaboración propia.

Figura 214. Molde hueco con los refuerzos interiores. Autor: Elaboración propia.

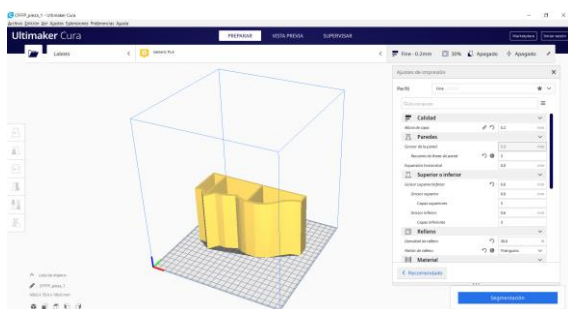


Figura 215. Pieza introducida en el programa Cura. Autor: Elaboración propia

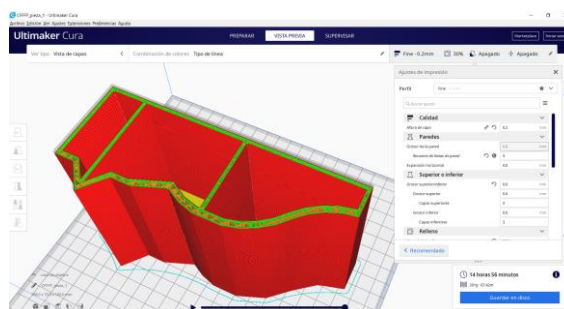


Figura 216. Segmentación creada de la pieza en Cura. Autor: Elaboración propia

Cada pieza nos ha tardado una media 11 h en hacerse, pero como la máquina consume 200W no es algo muy elevado, ya que una vez se tenga el molde, se irá reutilizando para obtener todas las piezas de nuestra intervención, aunque en nuestro caso solo obtendremos una. La creación de piezas mediante moldes es más económica que coger un bloque y mediante maquinaria darle la forma deseada.

Para que las piezas salgan bien hay que tener en cuenta que se ha de calibrar la cama de la impresora muy bien, y observar la impresión durante la primera hora para comprobar que no hay errores de ningún tipo. En algún caso nos ha comenzado a dar problemas y hemos tenido que cancelar y comenzar de nuevo.

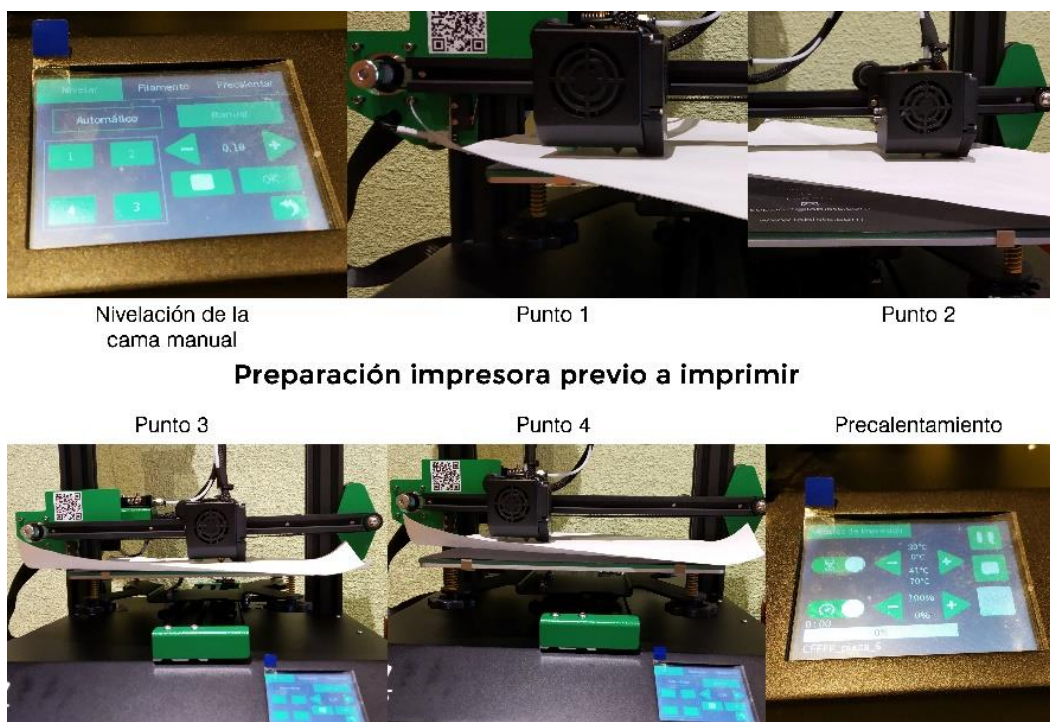


Figura 217. Preparación de la impresora previo a sacar cualquier pieza. Autor: Elaboración propia



Figura 218. Impresión de pieza en altura. Autor: Elaboración propia.

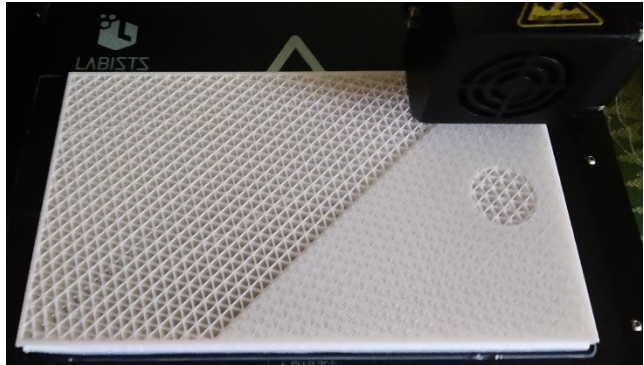


Figura 219. Impresión de la capa exterior de la pieza. Autor: Elaboración propia



Figura 220. Impresión del relleno interno de la pieza. Autor: Elaboración propia.



Figura 221. Error de impresión por mala calibración de la cama. Autor: Elaboración propia.

Una vez tenemos todas las piezas impresas el resultado es el siguiente:



Figura 222. Molde final. Autor: Elaboración propia.

Mientras se ha ido imprimiendo las piezas se ha preparado los materiales a utilizar para crear la pieza interior. Para ello se ha conseguido polvo de mármol gracias a la “Asociación de la Comunidad Valenciana del mármol de Alicante”, pero como no viene echo polvo fuimos machacándolo mediante el uso de un mortero de cocina.

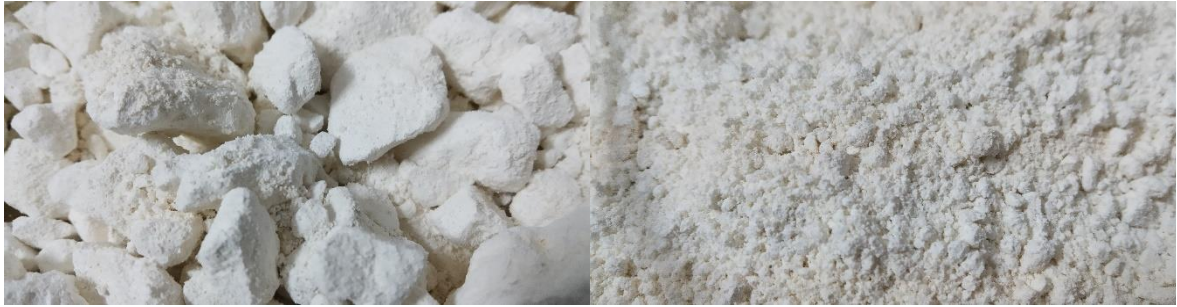


Figura 223. Polvo de mármol dado con grandes gránulos. Autor: Elaboración propia

Figura 224. Polvo de mármol machacado. Autor: Elaboración propia

El otro elemento que utilizamos se trata de polvo de vidrio, facilitado por el tutor y la empresa Camacho recycling, ya nombrada anteriormente. Este producto no hace falta tratarlo, ya que viene hecho polvo y listo a utilizar. Para la elección del aglomerante realizaremos previamente unas muestras, utilizando monocapa y cola blanca flexible.

Estas pruebas nos servirán también para saber las cantidades de cada material, de modo que consigamos una pieza final lo suficientemente cohesionada, dura y homogénea.



Figura 225. Muestras realizadas para comprobar la resistencia y dureza de la mezcla.

Autor: Elaboración propia.

Una vez tenemos el molde listo y las pruebas de materiales realizadas, procedemos a realizar nuestra pieza a escala 2/1.



Figura 226. Dosificación de la mezcla creada. Autor: Elaboración propia.

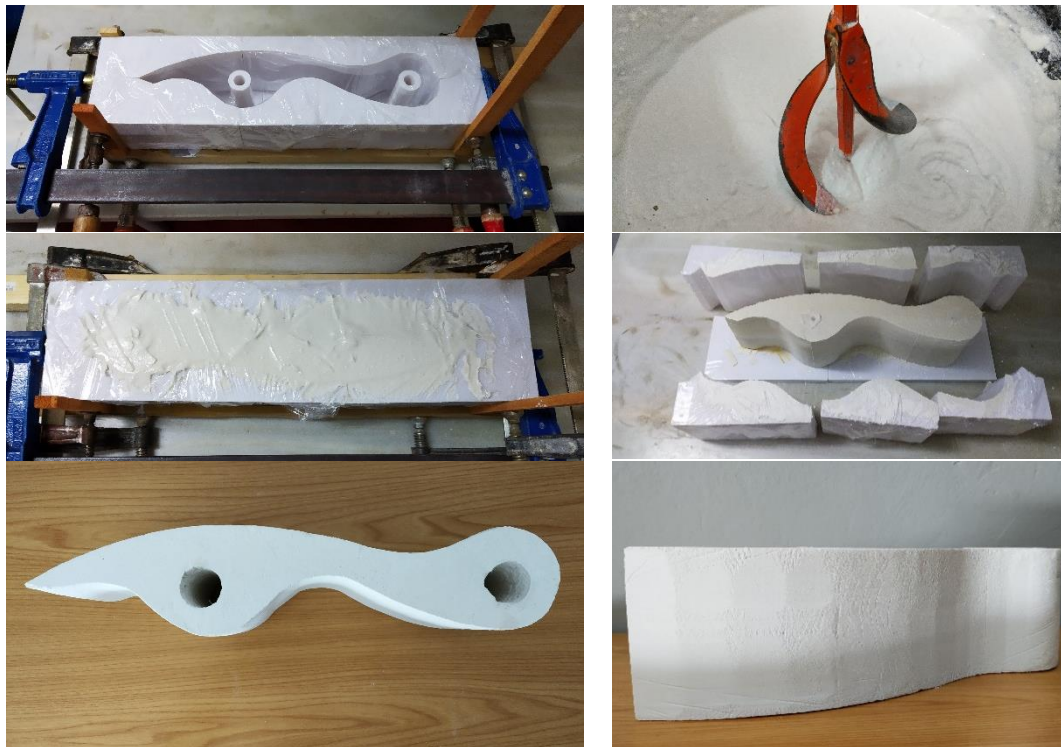


Figura 227. Preparación de molde para el vertido de la mezcla. Autor: Elaboración propia

Figura 228. Preparación de la mezcla. Autor: Elaboración propia

Figura 229. Vertido realizado y ahora a esperar a que fragüe. Autor: Elaboración propia

Figura 230. Desmontaje del molde para la obtención de la pieza. Autor: Elaboración propia

Figura 231. Pieza final vista en planta. Autor: Elaboración propia

Figura 232. Pieza final vista en latera. Autor: Elaboración propia

Antes de pasar a realizar los cálculos cabe destacar que para obtener la pieza no ha sido tarea fácil. Como el molde es de plástico se le ha colocado un film transparente para poder despegarlo bien. El mayor problema es que en la parte del cilindro interior, al estar dentro de la mezcla se adhiere más y al querer forzar su separación llega a romperse la pieza, siendo el punto crítico. Como se observa en la imagen inferior, la pieza se rompe teniendo que comenzar desde el principio con el proceso: forrar todas las piezas del molde, crear la mezcla, verterla y esperar a que fragüe, lo que suponía varios días. En la segunda prueba se dejó fraguar más y llevando mucho cuidado poco a poco conseguimos sacarla.



Figura 233. Primera prueba rota. Autor: Elaboración propia

Ya con la pieza pesada conocemos su masa y podemos realizar los cálculos necesarios para verificar que es una estructura estable para nuestra intervención en el muelle. Como la muestra realizada esta a escala 2/1 la masa será duplicada para obtener los cálculos de la pieza real.



Figura 234. Peso de la pieza creada. Autor: Elaboración propia

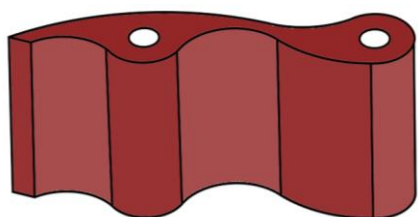


Figura 235. Esquema pieza base para los cálculos. Autor: Elaboración propia.

Masa

$$M = 1.913 \text{ g} \times 2 = 3,826 \text{ Kg}$$

Peso

$$P = \text{Masa} \cdot \text{Gravedad} = 3,83 \text{ Kg} \cdot 9,806 \text{ m/s}^2 = 37,52 \text{ N} = 0,037 \text{ kN}$$

Como no conocemos el coeficiente de rozamiento entre el material creado pero el acabado es rugoso elegiremos el mismo coeficiente de rozamiento que en la primera intervención calculada, siendo 0,8. A continuación, mostraremos el esquema básico de todas las fuerzas que interactúan.

F_{roz} → Fuerza de rozamiento

N → Fuerza normal

P → Peso de la pieza

P_x y P_y → La descomposición del peso según los ejes x-y.

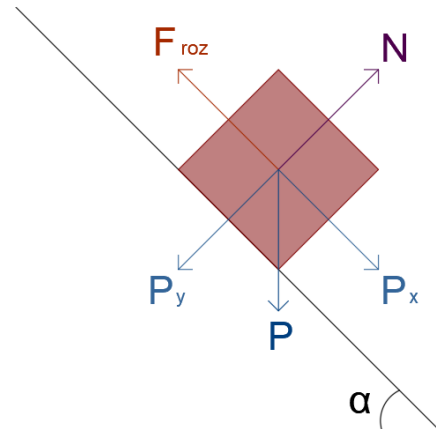


Figura 236. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza inclinada. Autor: Elaboración propia.

Ahora una vez que conocemos el valor de rozamiento pasaremos a calcular la fuerza de postensado necesaria para su estabilidad.

Según la normativa DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009) “toda estructura que divida un espacio, como los tabiques, deberán soportar una fuerza horizontal mitad a la que se muestra en la tabla 1 aplicada a una altura de 1,20 m.”

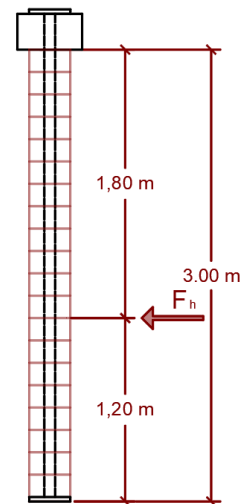


Figura 237. Esquema estructura postensada y medidas en altura, marcando la fuerza horizontal que establece la normativa. Autor: Elaboración propia.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾ (6)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 8. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Tabla 9. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)

Como nuestro espacio es de acceso público sin obstáculos que bloqueen el libre movimiento de las personas nuestra categoría de uso será la C3.

Fuerza horizontal → **0,8 kN/m** (Tabla DBSE-AE T.3.3) (Ministerio de Fomento, 2009)

Para calcular la fuerza de postensado realizaremos una condición de equilibrio entre la fuerza horizontal y la fuerza de rozamiento como se observa en el esquema siguiente.

$$F_h \leq F_{roz}$$

$$0,8 \text{ kN/m} \leq \mu \cdot (F_p + P)$$

$$0,8 \text{ kN} \leq 0,8 \cdot (F_p + 0,037 \text{ kN})$$

$$0,8 \text{ kN} - 0,0296 \text{ kN} \leq 0,8 F_p$$

$$\frac{0,7704 \text{ kN}}{0,8} \leq F_p$$

$$F_p = \mathbf{0,963 \text{ kN}}$$

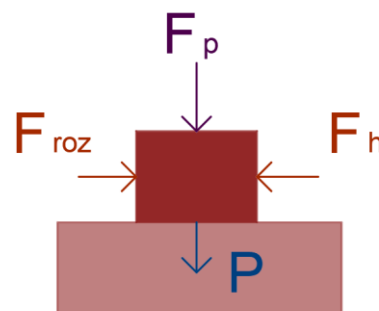


Figura 238. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza. Autor: Elaboración propia.

Ahora por último tenemos que comprobar que dicha fuerza de postensado esta entre los límites de la resistencia a compresión máxima del mármol.

$$t_{dp} > \frac{P + F_p}{A}$$

$$t_{dp} > \frac{0,037 \text{ kN} + 0,963 \text{ kN}}{0,058 \text{ m}^2}$$

$$t_{dp} > \mathbf{17,241 \text{ kN/m}^2}$$

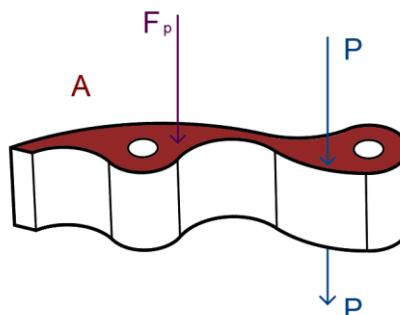


Figura 239. Esquema fuerzas de compresión aplicadas en superficie de mármol. Autor: Elaboración propia.

Según la ficha técnica (Anexo nº9) facilitada por la Asociación de la Comunidad Valenciana Mármol de Alicante, la Piedra Crema Marfil tiene una resistencia a compresión de:

Resistencia a la compresión EN 1926:2006 Compressive strength	
Valor medio de la resistencia a la compresión, R Mean value of compressive strength	169 MPa

Tabla 10. Resistencia a compresión de la piedra Crema Marfil. (Petrographic et al., 2017)

Esta resistencia a compresión sería la característica, por esta razón habrá que aplicarle un coeficiente de seguridad. Según DBSE-F T.4.8 (Ministerio de Fomento., 2019). Nuestro caso lo consideramos como fábrica de categoría del control de fabricación II y como se trata de una estructura postensada de fábrica armada elegiremos la categoría de ejecución tipo B por el control en obra.

Tabla 4.8 Coeficientes parciales de seguridad (γ_m)					
Situaciones persistentes y transitorias ⁽¹⁾			Categoría de la ejecución		
			A	B	C
Resistencia de la fábrica	Categoría del control de fabricación ⁽²⁾	I	1,7	2,2	2,7
		II	2,0	2,5	3,0
Resistencia de llaves y amarres		2,5	2,5	2,5	
Anclaje del acero de armar.		1,7	2,2		
Acero (armadura activa y armadura pasiva)		1,15	1,15		

⁽¹⁾ Para las comprobaciones en situación extraordinaria, los coeficientes de llaves y amarres son los mismos; de las fábricas los coeficientes son 1,2 1,5 y 1,8 respectivamente para las categorías A B y C.

⁽²⁾ Categorías según R 1.1.

⁽¹⁾ Para las comprobaciones en situación extraordinaria, los coeficientes de llaves y amarres son los mismos; de las fábricas los coeficientes son 1,2 1,5 y 1,8 respectivamente para las categorías A B y C.

⁽²⁾ Categorías según 8.1.1

Tabla 11. Tabla de coeficientes parciales de seguridad del CTE DBSE-F (Ministerio de Fomento., 2019)

$$\frac{169 \text{ MPa}}{2,5} = 67,6 \text{ MPa} \approx \mathbf{68 \text{ MPa}}$$

Por lo tanto, cogiendo este tipo de piedra como ejemplo para el cálculo, observamos que el planteamiento para la estructura postensada nos **cumple**.

$$\mathbf{17,241 \text{ kN/m}^2 < 68.000 \text{ kN/m}^2}$$

Ahora realizaremos una pequeña comprobación a pandeo, siendo un factor importante en nuestra intervención, pudiendo ser un punto crítico por la esbeltez. Para ello recurrimos al Tomo II de “Reestructuración de edificios de muros de fabrica” (Lozano Apolo & Lozano Martínez-Luengas, 1995).

En nuestro diseño contamos con una altura de 3 metros y un ancho medio de 0,15 m, por lo tanto, calcularemos la esbeltez comprobando que nos cumpla:

$$\lambda = \frac{h}{a} < 15$$

$$\lambda = \frac{3 \text{ m}}{0,15 \text{ m}} = 20 > 15 \rightarrow \text{No cumple}$$

Como se ha comprobado el diseño planteado no cumple, pudiendo sufrir efectos de pandeo la estructura por tener una esbeltez superior a 15. Para subsanar esto disminuirémos la altura total de la intervención a 2,10 metros sin contar el anillo de unión superior.

$$\lambda = \frac{h}{a} < 15$$

$$\lambda = \frac{2,2 \text{ m}}{0,15 \text{ m}} = 14,6 < 15 \rightarrow \text{Cumple}$$

De este modo podemos afirmar que la estructura es estable, resistente la piedra a los esfuerzos de postensado y si su ejecución es correcta no debe sufrir efectos de pandeo.

Como en las anteriores intervenciones se ha realizado un video de todo el procedimiento para la realización de la pieza que os mostramos en el siguiente QR o web <https://vimeo.com/573744194>. Y en el ANEXO n°8 se puede encontrar una ficha explicativa.



INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL 3 A BASE DE PÓLVO DE MÁRMOL Y VIDRIO

PROCESO DE LA MAQUETA
Escala 2/1



Figura 240. Video del proceso de construcción de la maqueta de la intervención estructural 1. Autor: Elaboración propia

5.5. Economía circular. Reutilización y reciclaje de las piezas de mármol, usos del carbonato cálcico

Para finalizar nuestro proyecto cerramos con un apartado dedicado a la reutilización y reciclaje de la piedra natural, es decir, tras las intervenciones realizadas planteamos opciones de economía circular para dichas piezas.

El componente prioritario de las piezas de mármol es el carbonato cálcico, que podemos encontrarlo en otros materiales de la construcción como son el yeso, la tiza, la piedra caliza... El mármol además de este componente posee también restos de manganeso, magnesio y hierro, que son los que determinan su dureza y color.



Ilustración 76. Carbonato cálcico en polvo. (37)

Nosotros tenemos tres clases de piezas, como ya hemos visto con anterioridad, una estaría compuesta 100% de carbonato cálcico, otra se trataría de mármol, teniendo un porcentaje aproximadamente del 60% de este elemento, y como último tenemos la pieza que hemos creado, con un porcentaje alrededor del 20%. Como se puede observar todas tienen un alto porcentaje de carbonato cálcico, por esta razón, vamos a señalar las opciones para la reutilización que existen en la actualidad.

Las mezclas bituminosas de asfalto están compuestas principalmente por áridos de diferente tamaño más un ligante bituminoso, lo que se desconoce es que se utiliza el carbonato cálcico para mejorar la cohesión de la mezcla, ayudando también a aumentar su impermeabilidad.

En la alimentación tanto para los animales como para los humanos se añade carbonato cálcico como sal inorgánica e insoluble con un alto contenido en calcio, de modo que en el caso de las gallinas mejora la calidad de los huevos. Además, también ayuda a disminuir la acidez de ciertos productos, como puede ser el vino, utilizado como neutralizador de ácidos.

En bellas artes el polvo de carbonato cálcico es muy empleado para la realización de todo tipo de esculturas y para endurecer las superficies de las pinturas al óleo.

Para rellenar terrenos también es empleado según la granulometría que tenga, como decoración de jardines, reconstrucción de playas, etc.

En construcción existen acabados a base de restos de mármol, como por ejemplo fachadas de piedra triturada, pavimentos de terrazo, etc.



Figura 241. Pavimento de terrazo a base de reutilización de piedras. Autor: Elaboración propia.

Figura 242. Tipos de fachada de piedra triturada reciclada. Autor: Elaboración propia.

En productos de belleza es utilizado el carbonato cálcico por su blancura y su acción de limpieza, por eso es uno de los componentes en jabones, detergentes y dentífricos habituales.

Con estos ejemplos podemos apreciar los múltiples usos que puede llegar a tener los residuos de la industria del mármol, desde intervenciones arquitectónicas que planteamos hasta productos de uso diario. Del mismo modo se ha de ir concienciando a la ciudadanía para que lo que en un principio es considerado residuo se convierta en una nueva oportunidad de reutilización y reciclaje, obteniendo nuevos productos.

6. CONCLUSIONES

Para finalizar el presente trabajo de investigación se exponen una serie de conclusiones respecto a todos los puntos tratados anteriormente. En general, la conservación del patrimonio industrial cada vez está más en auge, estos edificios forman parte de la historia de la ciudad y conservarlos es nuestro deber. Gracias a su lenguaje arquitectónico y sus espacios diáfanos son más asequibles para poder ser reutilizados.

Además de conservar este patrimonio, la rehabilitación también hay que potenciarla ya que muchos recursos naturales son finitos y debemos de buscar una manera de utilizarlos medioambientalmente, social y económicamente más sostenible. Hemos llegado a un punto donde las actuales y futuras generaciones no podemos seguir construyendo un futuro donde la humanidad forma parte del sistema linear de extracción, fabricación, utilización y eliminación.

A lo largo de nuestra propuesta siempre se ha tenido en cuenta la recuperación, reutilización y reciclaje de materiales de la construcción e industriales, de modo que se alarga su ciclo de vida. De forma que se ha comprobado que se puede realizar una rehabilitación más sostenible que las habituales, donde se suelen utilizar productos nuevos. También es importante intentar localizar los materiales lo más próximos a la obra, de manera que se ahorra en energía y se potencia los productos locales.

Con la mejora a nivel de aislamiento térmico y acústico, una mayor iluminación natural y una ventilación cruzada se ha logrado aplicar estrategias de arquitectura bioclimática para disponer de una energía limpia y gratuita.

Con esta intervención mínima y por contraste que proponemos se consigue devolver el protagonismo que merece el muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda. El espacio central diáfano final permite la inserción de un amplio programa relacionado con la potenciación de los productos locales de la zona. Y con nuestras intervenciones estructurales se ha conseguido dar una nueva vida a los residuos de la industria del mármol que genera un gran volumen de ellos. De esta manera se ha buscado una alternativa para recuperarlos, reutilizarlos y reciclarlos de forma arquitectónica.

BIBLIOGRAFÍA

Libros y revistas

- Hernández Pezzi, C. (2010). *Un vitruvio ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible* (Gustavo Gili (Ed.); 7ª edición).
- Lozano Apolo, G., & Lozano Martínez-Luengas, A. (1995). *Curso técnicas de intervención en el patrimonio arquitectónico*.
- Toda la ciudad era un paisaje. Naturaleza, arquitectura y* - PDF Descargar libre. (n.d.). Retrieved May 2, 2021, from <https://docplayer.es/19675273-Toda-la-ciudad-era-un-paisaje-naturaleza-arquitectura-y.html>
- Tang, Y. (2018). *Revista europea de investigación en arquitectura*. https://oa.upm.es/57237/1/INVE_MEM_2018_306502.pdf
- La materialidad expresiva de Shu y Wenyu*. (n.d.). Retrieved May 2, 2021, from <https://arquiscopio.com/la-materialidad-expresiva-de-shu-y-wenyu/>
- Shu, W. (n.d.). *The Chinese traditional way of construction represented by the localized model in Zhejiang Province*. 79–85.
- Wang Shu. (n.d.). Retrieved May 2, 2021, from <https://magaceen.com/es/arts/wang-shu-material-works/>
- Buenas, L. (n.d.). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN OBRA RECOMENDACIONES PARA UNAS PRÁCTICAS RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE EN OBRA*. Retrieved February 25, 2021, from www.seo.org
- De, M., & Ambiente, M. (n.d.). *Guía de construcción sostenible*. Retrieved February 25, 2021, from www.istas.ccoo.es
- Fundación Conama, Council Green Building, & RCD Asociación. (2018). *Economía Circular en el ámbito de la construcción. Congreso Nacional Del Medio Ambiente 2018*, 1–63. [http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs 2018/6 final.pdf](http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6%20final.pdf)
- Martínez, S. (1996). *Reciclaje y tratamiento de residuos. Acta Geologica Hispanica*, 30(1–3), 63–72.
- Barros Medina, M. (n.d.). *ARQUITECTURA REVERSIBLE: Extensión de vida útil*.
- Antonio Baño Nieva. (2005). *Guía de construcción sostenible*. 1–63.
- Cobo, F. (2020). *Residuos de construcción y economía circular*. <https://www.retema.es/noticia/residuos-de-construccion-y-economia-circular-IZPXj>
- Evolución, Y. (2017). *LA COLONIA DE SANTA EULALIA :*
- Desprendimientos en la fábrica de harina de la Colonia de Santa Eulalia - Información*. (n.d.). Retrieved May 16, 2021, from <https://www.informacion.es/elda/2018/07/17/desprendimientos-fabrica-harina-colonia-santa-5724214.html>
- El puerto de Alicante recupera su actividad ferroviaria*. (2010). <https://www.vialibreffe.com/noticias.asp?not=5357>

Jiménez Salas, J. A., & De Justo Alpañes, J. L. (1975). *Geotecnia T Y Cimientos 1*.
<http://myslide.es/download/link/geotecnia-y-cimientos-i-2da-edicion-j-a-jimenez-salas-y-j-l-de-justo>

GF_56. (n.d.). Retrieved February 19, 2021, from
http://www.aaaf.org/BBDD/DOC_GF/56/mobile/index.html#p=28

GF_60. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from
http://www.aaaf.org/BBDD/DOC_GF/60/mobile/index.html#p=1

Ts11h002, M. Z. A. (2011). *BREVE HISTORIA DE LA TRACCIÓN VAPOR EN*.

Webgrafía

Pensando en el futuro: arquitectura reversible. (n.d.). Retrieved March 21, 2021, from
<https://www.admagazine.com/arquitectura/que-es-la-arquitectura-reversible-20210115-7990-articulos.html>

¿Qué es la valorización de residuos? Tipos y ventajas. (n.d.). Retrieved January 29, 2021, from
<https://www.smv.es/la-valorizacion-residuos-tipos-beneficios/>

Construcción de casas con material reciclado: ¿es posible? (n.d.). Retrieved January 29, 2021, from
<https://www.smv.es/reciclar-material-construir-demolicion/>

Diseño de Edificios Reversibles: el Diseño para el cambio sostenible : Blog de Fundación Arquia / Blog de arquitectura y arquitectos. (n.d.). Retrieved March 21, 2021, from
<https://blogfundacion.arquia.es/2019/08/diseño-de-edificios-reversibles-el-diseño-para-el-cambio-sostenible/>

Reto, E. L., & Actuar, E. S. (n.d.). *CAMBIO GLOBAL ESPAÑA 2020's*.

ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE ECONOMÍA CIRCULAR. (n.d.).

European Statistical Office (Eurostat). (2020). *Waste statistics. European Union, October*, 1–12.
<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1183.pdf>

Eurostat - Data Explorer. (n.d.). Retrieved March 28, 2021, from
https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en

Museo Histórico de Ningbo. (n.d.). Retrieved May 2, 2021, from
<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/museo-historico-de-ningbo/#>

ARQA. (2016). *Una Escuela Sustentable*. <https://arqa.com/arquitectura/una-escuela-sustentable.html>

Conoce la escuela sustentable de Michael Reynolds en Jaureguiberry, Uruguay. (2016).
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiberry-uruguay>

Arquine. (2016). *Una escuela sustentable*. <https://www.arquine.com/una-escuela-sustentable/>

Barcelona, A. de. (n.d.). *¿De donde venimos? | Fabra i coats*. Retrieved May 2, 2021, from
<https://www.barcelona.cat/fabraicoats/es/la-fabra/de-donde-venimos>

2006-2012 Restauración y rehabilitación del Mercado del Born de Barcelona. Etapa 3ª. (n.d.). Retrieved July 9, 2021, from <http://caceresarquitectes.com/2006 Born centre cultural.html>

Roldán + Berengué, arqts. (n.d.). *Roldán + Berengué, arqts. - Fabra i Coats.*

RETESARQUITECTOS - Conservera. (n.d.). Retrieved May 2, 2021, from <http://www.retesarquitectos.org/obra/Conservera.html>

XII BEAU_PROYECTOS PRE FINALISTAS | A I B A r c h i t e c t u r e. (2013). <https://aibarchitecture.blogspot.com/2013/08/xii-beauproyectos-pre-finalistas.html>

Arquitectura, D. F. | F. de. (2010). *Museo de La Conservera | Fernando de Retes & Enrique Nieto Arquitectos.* <http://davidfrutos.com/museo-de-la-conservera/>

Contacto - Mármol de Alicante, Asociación de la Comunidad Valenciana. (n.d.). Retrieved April 15, 2021, from <https://marmoldealicante.com/contacto>

Estaciones singulares: Alicante | treneando. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://treneando.com/2020/07/29/estaciones-singulares-alicante/>

Este pasado fin de semana se estrenaba "electra" en la cantera restaurada del monte coto, con un gran éxito | Vivir en Pinoso. (n.d.). Retrieved June 25, 2021, from <https://vivir.pinoso.org/noticias/noticias-cultura-juventud/este-pasado-fin-de-semana-se-estrenaba-a-aa-electraa-aa-en-la-cantera-restaurada-del-monte-coto-con-un-gran-exito/>

Ferrocarriles del Estado. *Memorias 1910-1921.* (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from https://documentos.museodelferrocarril.org/Memorias_1910-1921/#p=112

Infinity | Objetivos y Filosofía. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from http://infinity-reutiliza.com/objetivos_y_filosofia.html

La arquitectura en la economía circular. Cómo diseñar de manera circular : Blog de Fundación Arquia | Blog de arquitectura y arquitectos. (n.d.). Retrieved May 2, 2021, from <https://blogfundacion.arquia.es/2016/11/la-arquitectura-en-la-economia-circular-como-disenar-de-manera-circular/>

Levantina | Piedra Natural para Arquitectura e Interiorismo. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://www.levantina.com/es/>

Levantina Industrial. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://www.levantinaindustrialdeplasticos.com/>

Mat., Bi. (2013). *Tejas de hormigón.* 490, 13–14. http://www.bigmatismaeltello.com/catalogo/catalogo05_02.pdf. fecha de consulta 16 mayo 2016

Materiales pétreos para su utilización en la zona de Alicante y alrededores. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <http://www.sabospa.com/materiales-petres-alicante/>

Petrographic, N. S., Lime-wackestone, B., Absorci, B., & Method, C. (2017). *Crema marfil.*

RECUPERACIONES ALBERT - RECICLAJE METALES CHATARRA CARTON ALICANTE DESMONTAJE CAMIONES. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <http://www.recuperaciones-albert.com/conocen.html>

Relevantes, D., Sector, D. E. L., Piedra, D. E. L. A., En, N., & Comunidad, L. A. (n.d.). *Gestión residuos inertes piedra natural.*

Reto, E. L., & Actuar, E. S. (n.d.). *CAMBIO GLOBAL ESPAÑA 2020's.*

Santos, A., Villegas, N., & Betancourt, J. (2012). Residuo de mármol como insumo en la construcción civil - Diagnóstico de la Comarca Lagunera. *Revista de La Construcción*, 11(2), 17–26. <https://doi.org/10.4067/s0718-915x2012000200003>

Servicios - Vimetal. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://www.vimetal.es/servicios/>

Tecmasa - Madera Urbana. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://maderaurbana.com/tecmasa/>

Tesis y Trabajos Final de Grado

Dobón, B., Tutor, O., María, J., Sanchis, V., María, C. :, Solano, J., & Valencia, C. E. T. S. A. (2018). *MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN RECICLADOS Y REUTILIZADOS PARA LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE*.

Quesada Granja, I. M. (2018). *Aprovechamiento energético de los residuos*. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/84207>

Peral, A. L. (n.d.). *LA INCORPORACIÓN DEL HIERRO Y EL HORMIGÓN A LA CONSTRUCCIÓN EN ALICANTE :*

Martínez, A. (2016). *Arquitectura alternativa II : Construcción Low-cost . Reciclar y construir con el desecho .* 50.

Herrero Olavarri, A. (2019). *Arquitectura reciclada Residuos como nuevo materiles de construcción*. 1–64. http://oa.upm.es/53939/1/TFG_Herrero_Olavarri_Alejandra.pdf

Talavera, E. R. (2018). *Construir sobre el patrimonio industrial*.

▷ MatMap | Cerámicos para la Construcción. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://www.matmap.com/>

150 años del ferrocarril de Alicante. (n.d.). Retrieved February 11, 2021, from <http://150ferrocarrilalicante.catedradr.com/historia/historia.asp?ID=1&tema=1>

ARCHIVO GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN - Archivos de la Comunidad de Madrid. (n.d.). Retrieved April 8, 2021, from http://www.madrid.org/archivos_atom/index.php/archivo-general-de-la-administracion

Archivo Histórico Ferroviario - Docutren. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://docutren.com/Ahistorico/index.asp>

Archivo Histórico y Biblioteca Ferroviarios. (n.d.). Retrieved June 15, 2021, from <https://www.museodelferrocarril.org/archivoybiblioteca/index.asp>

(Elda), C. de P. H. (2019). *III CONGRESO DE PATRIMONIO HISTÓRICO-CULTURAL DEL VINALOPÓ*. http://www.elda.es/doc/patrimonio-historico/III_congreso/IIICongreso_Vinalopo.pdf

Adif. (n.d.). *Plano original del Muelle de Novelda.pdf*.

Alipal | Especialistas en palets. Compra-venta palets. Alicante. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://alipal.es/>

arxivervalencians.org. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://arxivervalencians.org/>

BIBLIOGRAFÍA DE NOVELDA. (n.d.). Retrieved March 4, 2021, from <https://bibliografianovelda.wordpress.com/>

Camacho Recycling – RECOGIDA SELECTIVA Y RECICLADO DE VIDRIO PARA APLICACIONES INDUSTRIALES. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://www.camachorecycling.es/>

CEHFE – Centro de Estudios Históricos del Ferrocarril Español. (n.d.). Retrieved June 21, 2021, from <https://cehfe.es/>

Civera, I. A. (n.d.). EL FERROCARRIL: LEGADO CULTURAL Y PATRIMONIO.

Cómo Limpiar un Graffiti en una Pared de Ladrillos | Fabricación de Ladrillos Ag Tecno 3. (n.d.). Retrieved July 8, 2021, from <https://www.ladrillostecno3.com/como-limpiar-un-graffiti-en-una-pared-de-ladrillos/>

Normativas

Diario Oficial de la Unión Europea. (2008). Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. *Parlamento Europeo*, 22, 59 pags. (43 artículos). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:01:ES:HTML>

DOCUMENTO Nº6: GESTIÓN DE RESIDUOS. (n.d.).

Carlos Rey De España, J. I. (n.d.). *TEXTO CONSOLIDADO Última modificación: 12 de mayo de 2016 LEGISLACIÓN CONSOLIDADA.*

Revisión y adaptación del Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana. (2018).

Pacto, E., & Europeo, V. (n.d.). *COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES.* Retrieved February 18, 2021, from <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>

Secretaría General, D. S. (2020). *COMISIÓN EUROPEA Bruselas FUTURO DE EUROPA.* <https://www.consilium.europa.eu/media/39964/a-new->

Ministerio de Presidencia (BOE). (2008). <https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-2486-consolidado.pdf>

Ministerio de Fomento. (2019). DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica. *Código Técnico de La Edificación*, 1–66. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-F.pdf>

Ministerio de Fomento. (2009). Documento básico SE-AE Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación. *Código Técnico de La Edificación*, 1–42. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>

ICONTEC Internacional. (2019). *NTC-ISO 14021:2019 Etiquetas y declaraciones ambientales. Afirmaciones ambientales autodeclaradas (etiquetado tipo II).* <https://crai.referencistas.com:2230/normavw.aspx?ID=75978>

Documentales y charlas

Edificios - Arquitectura industrial - RTVE.es. (2018). <https://www.rtve.es/alacarta/videos/edificios/edificios-arquitectura-industrial/4916482/>

(348) *Conferencia Berengué + Roldán, arqts Lecciones Aprendidas Foro Cerámico ETSA Alicante 11.11.20 - YouTube.* (n.d.). Retrieved July 12, 2021, from https://www.youtube.com/watch?v=rMfUQqXqT5E&ab_channel=HISPALYT

Referencias de las ilustraciones

- (1) Autor: Carlos Cuenca. <http://www.alicantevivo.org/2012/02/adios-al-tinglado-de-la-estacion-un.html>
- (2) <https://www.certificadosenergeticos.com/buscas-materiales-recuperados-obras-aqui-encontraras>
- (3) <https://www.certificadosenergeticos.com/economia-circular-gestion-residuos-de-la-construccion-y-demolicion>
- (4) <https://www.ecologiaverde.com/importancia-del-reciclaje-de-madera-1706.html>
- (5) <https://www.archdaily.mx/mx/02-248168/heineken-wobo-cuando-la-cerveza-se-encuentra-con-la-arquitectura>
- (6) <https://www.elchatarro.com/demolicion-de-edificios-y-otras-estructuras/>
- (7) <http://spanish.mofcom.gov.cn/column/print.shtml?/chinas/population/201005/20100506921838>
- (8) <https://magaceen.com/es/arts/wang-shu-material-works/>
- (9) <https://en.wikiarquitectura.com/building/ningbo-historic-museum/>
- (10) Autor: Clement Guillaume. https://www.archdaily.com/215678/photography-wang-shu-projects/ningbo_15
- (11) <https://magaceen.com/es/arts/wang-shu-material-works/>
- (12) Autor: R. Puig. <https://ensondeluz.com/2016/03/13/y-el-tiempo-se-detuvo-en-santa-eulalia/>
- (13) <https://www.todocoleccion.net/postales-comunidad-valenciana/alicante-colonia-santa-eulalia-entre-sax-villena-fabrica-harinas-trasmisiones-cilindros~x68850621>
- (14) <http://www.alicantevivo.org/2008/03/la-estacin-de-renfe-ayer-hoy-maana.html>
- (15) <https://valledelasuvas.es/2019/11/21/aspe-la-oficina-de-correos-pondra-a-la-venta-billetes-de-tren-de-renfe/>
- (16) <https://www.vimetal.es/servicios/>
- (17) <https://maderaurbana.com/tecmasa/informacion-tecmasa/>
- (18) Web de empresa Bateig - Piedra Natural. <https://bateiq.com/>
- (19) Portada catálogo productos web. <http://carmencita.com/en/export/#.U60iXWdZodU>
- (20) Asociación del mármol de Alicante. <https://www.litosonline.com/es/advertorials/asociacion-marmol-de-alicante-noticias>
- (21) <http://frutasfalco.com/embolsado>
- (22) <https://altreafrichehome.wordpress.com/2019/12/23/in-africa-ce-lindegno-parola-dellarchitetto-keniano-che-costruisce-edifici-con-materiale-riciclato/>
- (23) <https://www.quotatis.es/consejos-reformas/Inspiracion/casa-de-los-expertos/construir-muro-ventana-botellas-cristal/>
- (24) <http://caceresarquitectes.com/2006%20Born%20centre%20cultural.html>
- (25) <https://ecosdelatierra.com.ar/utilizan-lana-de-descarte-como-aislante-termico/>
- (26) <https://www.optimfred.com/la-lana-de-oveja-ayuda-a-ahorrar-en-calefaccion/>
- (27) <https://decorateidea.com/tips-and-tricks/making-your-house-look-beautiful-with-pallet-decorate-idea/>
- (28) <https://www.markhazeldinephotography.com>
- (29) Artículo en Metalocus. Autor: Iwan Baan <https://www.metalocus.es/en/news/new-serpentine-pavilion-2018-designed-frida-escobedo>
- (30) Empresa Bolomat (Almería). <http://www.bolomat.es/cantera-almeria/>
- (31) Figura extraída del Tomo II "Reestructuración de edificios de muros de fábrica" (Lozano Apolo & Lozano Martínez-Luengas, 1995).

- (32) *Web de basurama.* <https://twitter.com/basurama/status/1221902573403283458>
- (33) <https://hierrolara.com/producto/perfil-u/>
- (34) <https://www.leroymerlin.es/>
- (35) <https://www.sogestone.com/fr/tecnicas/fachadasventiladas.html>
- (36) <https://www.grupobdb.com/productos-bdb/2166/materiales-de-construccion/adhesivos-para-la-colocacion-ceramica/cemento-cola/>
- (37) <https://www.triturados.es/post/carbonato-c%C3%A1lcico-y-alimentos>

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: TABLAS DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA UNIÓN EUROPEA (EUROSTAT)

ANEXO 2: LÍNEA DEL TIEMPO DE LA EVOLUCIÓN DEL FERROCARRIL HASTA NUESTROS DÍAS EN ALICANTE

ANEXO 3: PLANOS DEL MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA ESTADO ACTUAL.

ANEXO 4: PLANOS DEL MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA PROYECTO DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE.

ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DE LA EMPRESA BIGMAT DE TEJAS DE HORMIGÓN.

ANEXO 6: FICHA TÉCNICA DE LA EMPRESA COBERT DE TEJAS PLANAS CERÁMICAS.

ANEXO 7: LÁMINAS EXPLICATIVAS DEL ANÁLISIS PREVIO.

ANEXO 8: LÁMINAS EXPLICATIVAS DE LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL.

ANEXO 9: FICHA TÉCNICA DEL MÁRMOL CREMA MARFIL

ANEXO 1: TABLAS DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LA UNIÓN EUROPEA (EUROSTAT)

Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity

[env_wasgen]

Last update: 23-03-2021

[Print Table](#)**WASTE:** Total waste**UNIT:** Tonne**HAZARD:** Hazardous and non-hazardous - Total**NACE_R2:** All NACE activities plus households

TIME ►	2004	2006	2008	2010	2012
GEO ▼					
European Union - 27	2,248,790,000	2,276,120,000	2,144,780,000	2,212,900,000	2,242,590,000
European Union - 28	2,547,590,000	2,567,270,000	2,427,000,000	2,454,720,000	2,484,280,000
Belgium	52,809,345	59,351,721(e)	48,621,916	61,345,803	53,839,470
Bulgaria	201,020,467	162,881,368	167,646,316	167,396,268	161,252,166
Czechia	29,275,743	24,745,752	25,419,695	23,757,566	23,171,358
Denmark	12,588,952	14,703,138	15,155,208	16,217,736	16,713,822
Germany (until 1990)	364,021,937	363,786,069	372,796,355	363,544,995	368,022,172
Estonia	20,860,680	18,932,903	19,583,855	19,000,195	21,992,343
Ireland	24,499,142	29,599,175(e)	22,502,816	19,807,586	12,713,021
Greece	33,346,962	51,324,662	68,643,963	70,432,705	72,328,280
Spain	160,668,134	160,946,629	149,254,157	137,518,902	118,561,669
France	296,580,889(s)	312,297,824(s)	345,002,210	355,081,245	344,731,922
Croatia	7,208,688	5,425,973	4,172,152	3,157,672	3,368,714
Italy	139,806,106	155,025,054	179,257,461	158,627,618	154,427,046
Cyprus	2,241,520	1,248,723	1,842,781	2,372,750	1,875,308
Latvia	1,257,225	1,858,551	1,495,084	1,498,200	2,309,581
Lithuania	7,010,178	6,361,109	6,333,352	5,578,134	5,678,751
Luxembourg	8,315,766	8,378,911	9,592,144	10,441,469	8,397,228
Hungary	24,660,920(e)	22,287,476(e)	16,949,197(e)	16,735,423	16,310,151
Malta	3,146,062(e)	2,861,489(e)	2,070,391(e)	1,352,994	1,456,213
Netherlands	92,448,121	99,166,563	102,648,605	121,145,468	121,194,466
Austria	53,020,950	54,286,603	56,308,766	46,799,579	48,045,089
Poland	137,478,449	153,628,937	138,984,638	158,661,957	162,382,959
Portugal	29,317,295(e)	34,952,771(e)	16,882,923	13,640,079	13,359,517
Romania	369,300,408(s)	344,356,921	189,138,507	201,432,951	249,354,926
Slovenia	5,770,505	6,035,829	5,038,401	5,986,106	4,546,506
Slovakia	10,668,411	14,501,495	11,472,008	9,384,112	8,425,384
Finland	69,708,476	72,205,476	81,792,854	104,336,944	91,824,193
Sweden	91,759,469	94,971,307	86,168,590	117,645,185	156,306,504
Iceland	501,426	:	772,584	510,941	529,351
Liechtenstein	:	:	383,337	312,180	466,547
Norway	7,453,565	9,913,286	10,286,643	9,432,997	10,720,872
United Kingdom	298,798,846	291,147,402	282,222,127	241,820,047	241,690,407
Montenegro	:	:	:	:	385,507
North Macedonia	:	:	1,362,466	2,327,590	8,472,343
Albania	:	:	:	:	:
Serbia	:	:	:	33,615,918	55,002,574
Turkey	58,820,312	46,091,628	64,764,502	63,540,624	67,383,777
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	:	4,456,556
Kosovo (under UN administration)	:	:	:	:	1,166,619

TIME ►	2014	2016	2018
GEO ▼			
European Union - 27	2,243,790,000	2,259,020,000	2,326,950,000
European Union - 28	2,507,100,000	2,536,280,000	2,609,160,000
Belgium	57,965,392	63,152,384	67,613,238
Bulgaria	179,677,011	120,508,475	129,751,823
Czechia	23,394,956	25,381,426	27,913,453
Denmark	20,808,843	20,981,931	21,445,903
Germany (until 1990)	387,504,241	400,071,672	405,523,624
Estonia	21,804,040	24,277,879	23,185,581
Ireland	15,166,830	15,251,689	13,986,757
Greece	69,758,868	72,332,353	45,592,603(p)
Spain	110,518,494	128,958,523	137,822,935
France	324,462,969	322,685,297	342,387,938
Croatia	3,724,563	5,366,953	5,543,310
Italy	157,870,348	163,827,838	172,502,773
Cyprus	1,978,699	2,467,042	2,302,144
Latvia	2,621,495	1,909,631	1,773,726
Lithuania	6,200,450	6,674,238	7,080,538
Luxembourg	7,072,758	10,130,076	9,014,397
Hungary	16,650,639	15,938,077	18,369,585
Malta	1,672,810	1,951,928	2,507,070

TIME ►	2014	2016	2018
GEO ▼			
Netherlands	132,362,297	141,024,020	145,240,967
Austria	55,868,298	61,225,037	65,666,128
Poland	179,179,899	182,005,677	175,143,505
Portugal	14,368,003	14,739,135	15,894,873(<i>bp</i>)
Romania	176,607,415	177,562,905	203,203,445
Slovenia	4,686,417	5,494,362	8,220,679
Slovakia	8,862,778	10,606,966	12,401,870
Finland	95,969,888	122,869,183	128,195,312
Sweden	167,026,886	141,625,718	138,667,585
Iceland	815,148	1,067,319	1,293,511
Liechtenstein	569,067	502,581	437,823
Norway	10,614,912	11,131,594	14,137,718
United Kingdom	263,319,476	277,254,977	282,209,756
Montenegro	1,164,024	1,685,006	1,221,787(<i>p</i>)
North Macedonia	2,186,612	1,424,859	1,140,253
Albania	:	:	:
Serbia	49,128,310	48,965,314	51,102,914
Turkey	73,075,119	75,534,645	97,294,071
Bosnia and Herzegovina	5,540,772	6,127,022	6,747,605
Kosovo (under UN administration)	1,039,803	2,855,990	:

No footnotes available

Available flags:

b break in time series
c confidential
d definition differs, see metadata
e estimated
f forecast
n not significant
p provisional
r revised
s Eurostat estimate
u low reliability
z not applicable

Special value:

: not available

Source of data: Eurostat

Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity

[env_wasgen]

Last update: 23-03-2021

[Print Table](#)**WASTE:** Mineral waste from construction and demolition**UNIT:** Tonne**HAZARD:** Hazardous and non-hazardous - Total**NACE_R2:** All NACE activities plus households

TIME ►	2004	2006	2008	2010	2012
GEO ▼					
European Union - 27	:	:	:	277,230,000	281,670,000
European Union - 28	:	:	:	335,280,000	337,120,000
Belgium	:	:	:	14,403,309	15,732,194
Bulgaria	:	:	:	138,175	740,516
Czechia	:	:	:	2,441,536	3,008,192
Denmark	:	:	:	2,188,961	2,778,386
Germany (until 1990)	:	:	:	77,115,014	78,252,747
Estonia	:	:	:	289,053	476,109
Ireland	:	:	:	1,437,888	198,534
Greece	:	:	:	1,546,438	604,753
Spain	:	:	:	11,383,724	27,393,120
France	:	:	:	65,486,426	62,188,047
Croatia	:	:	:	23,528	256,096
Italy	:	:	:	35,887,955	33,916,487
Cyprus	:	:	:	160,251	138,222
Latvia	:	:	:	144,885	396,258
Lithuania	:	:	:	388,150	564,841
Luxembourg	:	:	:	584,533	558,051
Hungary	:	:	:	3,449,229	3,312,916
Malta	:	:	:	796,626	500,888
Netherlands	:	:	:	21,759,356	20,961,277
Austria	:	:	:	5,805,061	6,300,867
Poland	:	:	:	3,705,576	3,510,300
Portugal	:	:	:	1,237,123	1,033,091
Romania	:	:	:	935,022	1,324,411
Slovenia	:	:	:	738,561	173,392
Slovakia	:	:	:	609,066	522,819
Finland	:	:	:	23,540,568	15,837,650
Sweden	:	:	:	1,035,978	986,812
Iceland	:	:	:	5,441	2,891
Liechtenstein	:	:	:	245,952	62,891
Norway	:	:	:	1,142,812	840,176
United Kingdom	:	:	:	58,045,344	55,448,593
Montenegro	:	:	:	:	300
North Macedonia	:	:	:	62	989
Albania	:	:	:	:	:
Serbia	:	:	:	3,173	94,291
Turkey	:	:	:	125,757	468,191
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	:	6,259
Kosovo (under United Nations	:	:	:	:	0

TIME ►	2014	2016	2018
GEO ▼			
European Union - 27	252,750,000	277,700,000	299,980,000
European Union - 28	314,880,000	344,700,000	368,720,000
Belgium	16,647,115	19,222,040	21,761,834
Bulgaria	682,074	718,489	151,019
Czechia	2,959,902	3,615,283	4,314,325
Denmark	3,302,842	3,460,195	4,127,165
Germany (until 1990)	79,603,592	86,885,550	86,412,432
Estonia	626,139	720,572	1,205,051
Ireland	450,618	261,254	700,851
Greece	367,018	161,497	1,145,016(p)
Spain	7,097,159	13,585,573	14,495,808
France	61,122,538	64,560,153	68,976,060
Croatia	289,090	561,037	490,355
Italy	34,225,306	35,393,242	41,265,790
Cyprus	152,269	329,140	324,668
Latvia	571,132	387,571	385,371
Lithuania	647,663	799,360	797,550
Luxembourg	543,775	683,484	638,666
Hungary	2,698,023	2,519,730	3,468,467
Malta	994,639	1,296,533	1,877,525

TIME ►	2014	2016	2018
GEO ▼			
Netherlands	20,567,498	20,532,871	21,200,713
Austria	9,174,000	10,073,372	11,161,643
Poland	4,421,283	3,697,551	6,756,428
Portugal	823,296	1,328,975	1,558,231(<i>bp</i>)
Romania	1,051,886	1,262,809	727,445
Slovenia	229,595	637,825	1,065,117
Slovakia	551,768	742,289	848,986
Finland	1,104,925	1,428,798	1,250,175
Sweden	1,841,884	2,837,841	2,876,625
Iceland	343,851	475,368	608,968
Liechtenstein	3,122	21	33
Norway	1,980,412	2,395,057	2,427,875
United Kingdom	62,130,145	66,995,006	68,732,873
Montenegro	13,148	7,875	5,303(<i>p</i>)
North Macedonia	684	81	8,034
Albania	:	:	:
Serbia	55,777	283,384	380,981
Turkey	675,323	81,889	27,090
Bosnia and Herzegovina	68,405	20,145	12,181
Kosovo (under UN administration)	2,430	170,776	:

No footnotes available

Available flags:

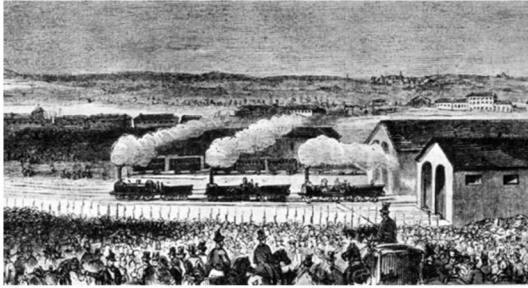
b break in time series
c confidential
d definition differs, see metadata
e estimated
f forecast
n not significant
p provisional
r revised
s Eurostat estimate
u low reliability
z not applicable

Special value:

: not available

Source of data: Eurostat

ANEXO 2: LÍNEA DEL TIEMPO DE LA EVOLUCIÓN DEL FERROCARRIL HASTA NUESTROS DÍAS EN ALICANTE



Creación compañía de los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA).

ALICANTE

Ley de Bases de Ordenación Ferroviaria y de los Transportes por Carretera. Todas las compañías ferroviarias se juntan creando una única empresa estatal. (RENFE)

TALGO

Se comienza a utilizar el servicio Altaria, con locomotoras eléctricas. Con una velocidad máxima de 200 km/h.

ADIF

Construcción de nueva línea ferroviaria Madrid - Alicante para el AVE (Alta Velocidad Española), con parada en Villena y Alicante terminal.

INTERCITY

1856

MZA

1858

Inauguración de la línea de ferrocarril Madrid - Alicante. Trayecto de 17 h de viaje, con un total de 455 km.

1941

RENFE

1964

Llegada del TALGO III (Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol), diseño innovador, ligero y con mayor confort. En solo 5 h se realizaba el trayecto Madrid - Alicante. Con una velocidad máxima de 140 km/h.

2001

ALTARIA

2005

Creación de la entidad pública ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias) reemplazando a RENFE.

2013

AVE

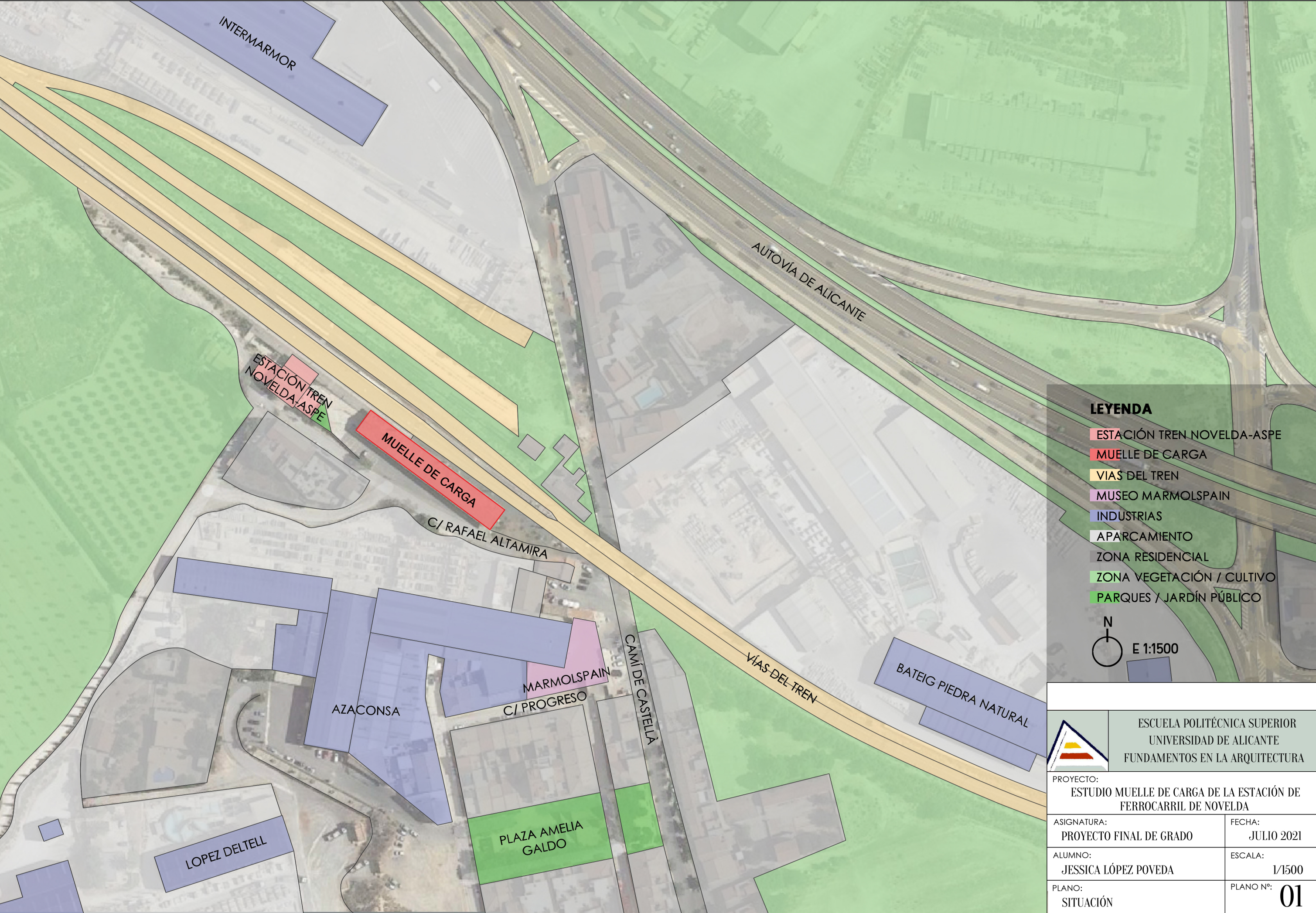
2020

Creación de Intercity, nuevo servicio de transporte de pasajeros a larga distancia que engloba Altaria y Talgo.

renfe

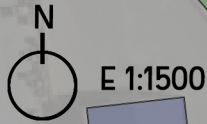


ANEXO 3: PLANOS DEL MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA ESTADO ACTUAL



LEYENDA

- ESTACIÓN TREN NOVELDA-ASPE
- MUELLE DE CARGA
- VÍAS DEL TREN
- MUSEO MARMOLSPAIN
- INDUSTRIAS
- APARCAMIENTO
- ZONA RESIDENCIAL
- ZONA VEGETACIÓN / CULTIVO
- PARQUES / JARDÍN PÚBLICO



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA

PROYECTO:
ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE
FERROCARRIL DE NOVELDA

ASIGNATURA:
PROYECTO FINAL DE GRADO

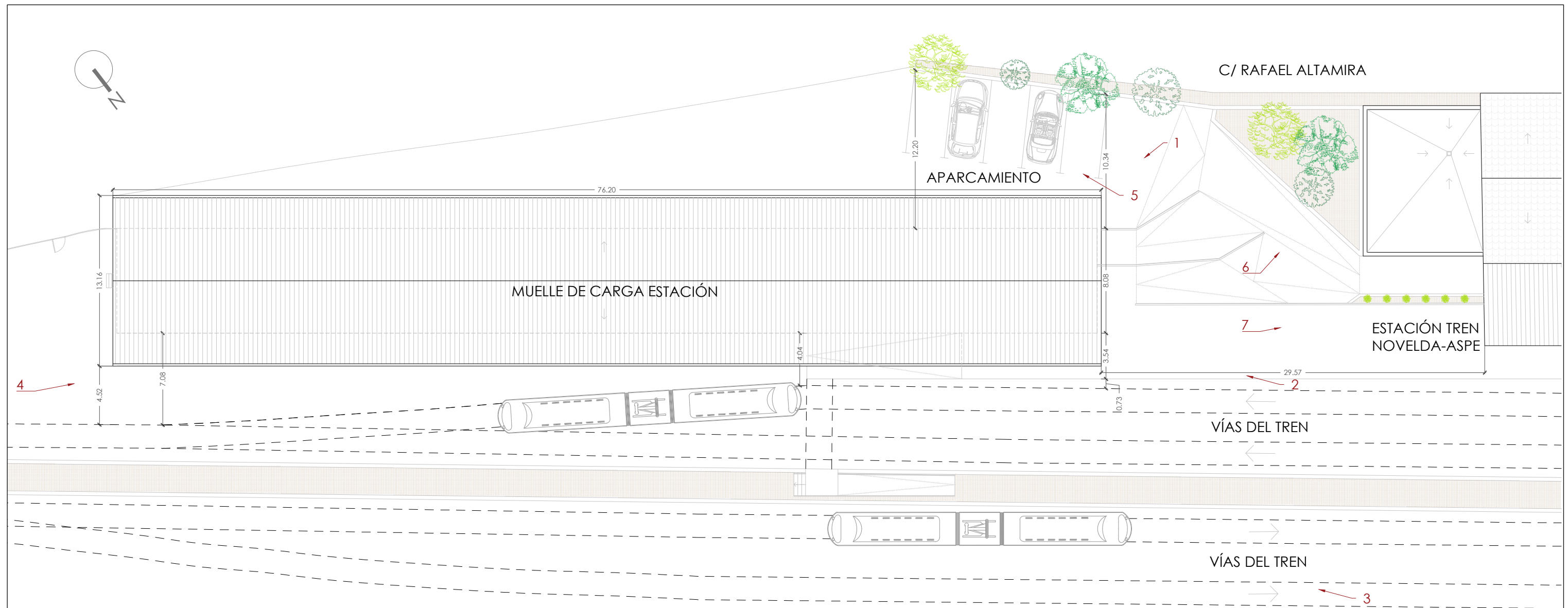
FECHA:
JULIO 2021

ALUMNO:
JESSICA LÓPEZ POVEDA

ESCALA:
1/1500

PLANO:
SITUACIÓN

PLANO Nº:
01



1 ALZADO SUROESTE



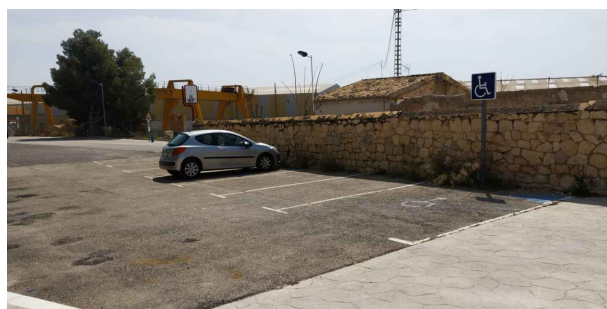
2 ALZADO OESTE



3 ALZADO NORTE



4 ALZADO NORESTE



5 ZONA APARCAMIENTO

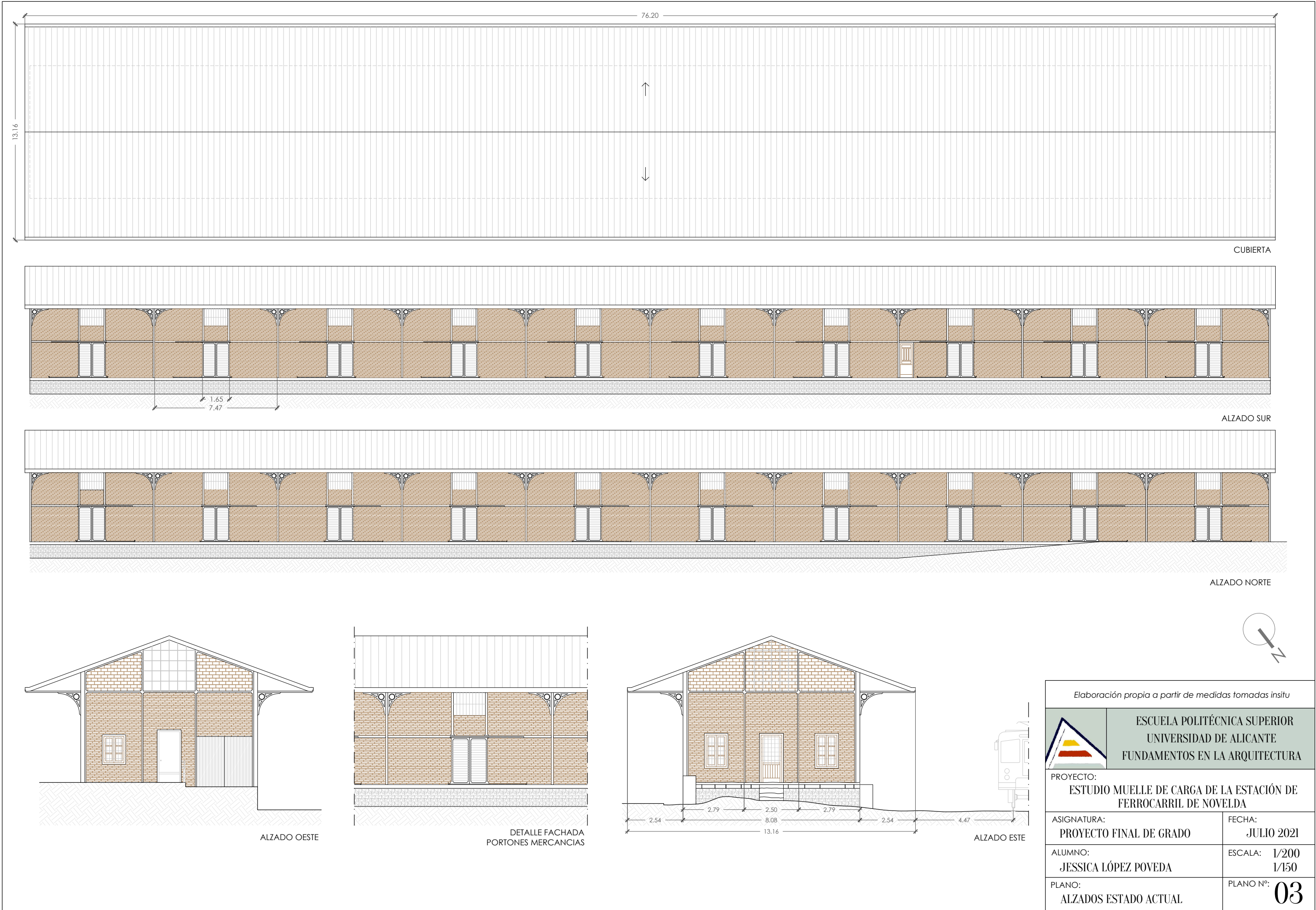


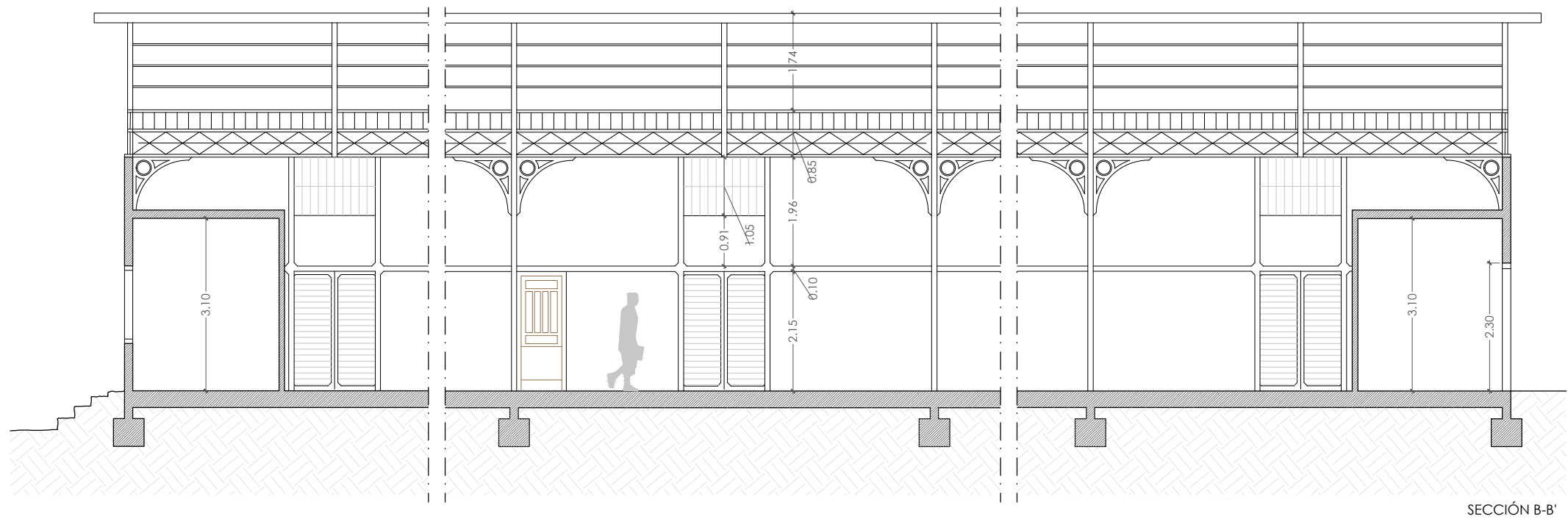
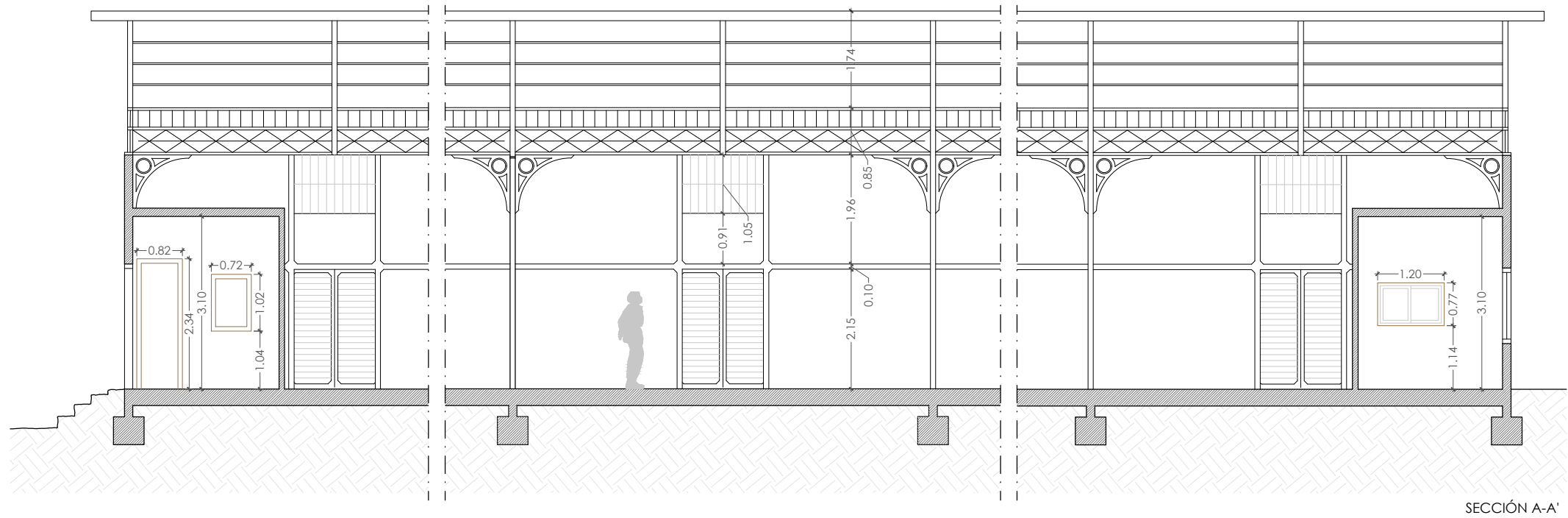
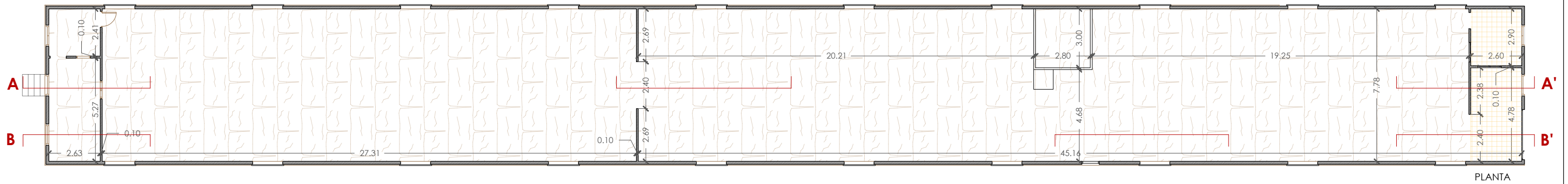
6 ZONA AJARDINADA



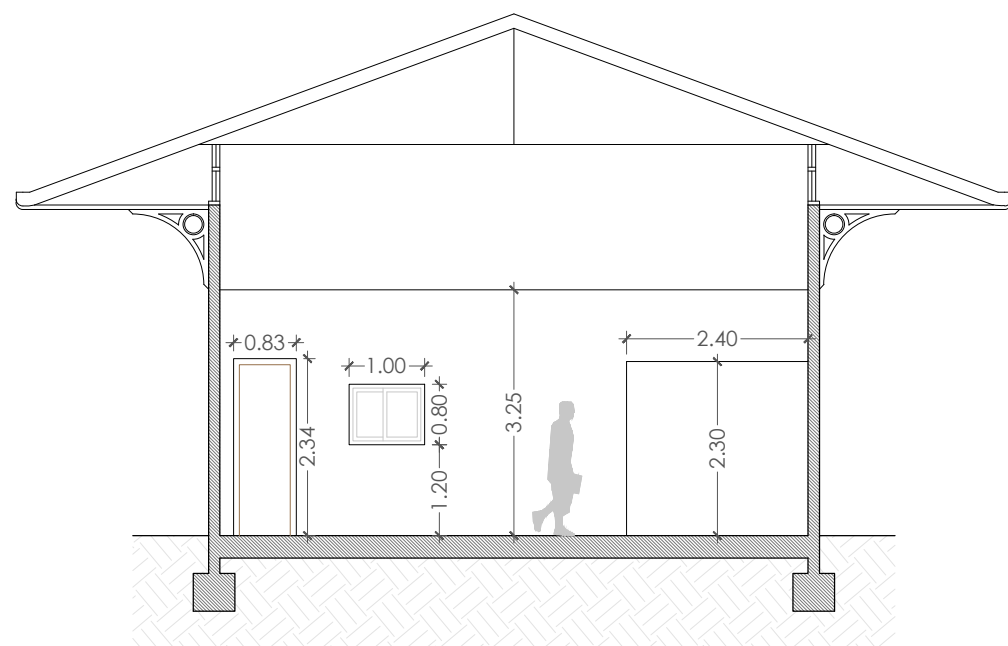
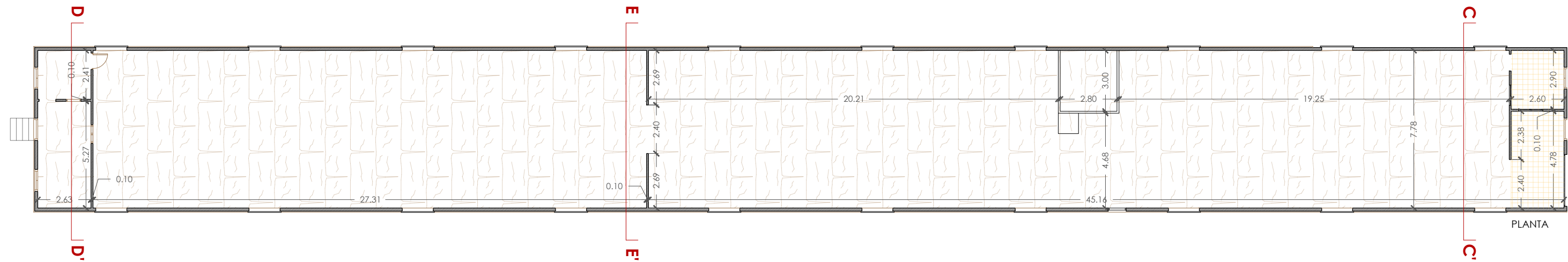
7 ESTACIÓN DE TREN NOVELDA-ASPE

Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu	
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA	
PROYECTO: ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA	
ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/300
PLANO: EMPLAZAMIENTO	PLANO Nº: 02

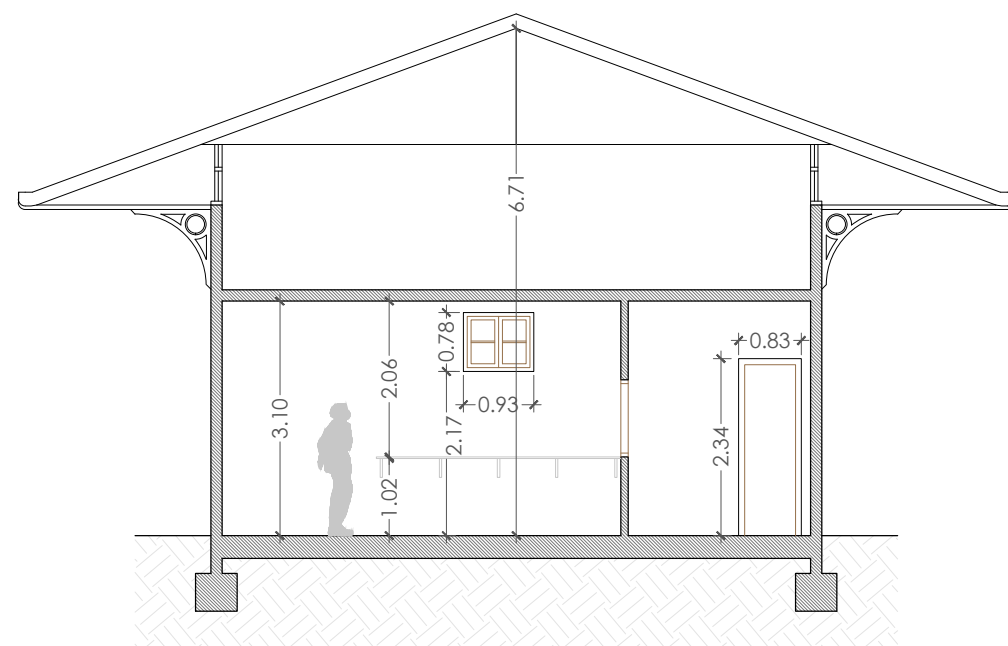




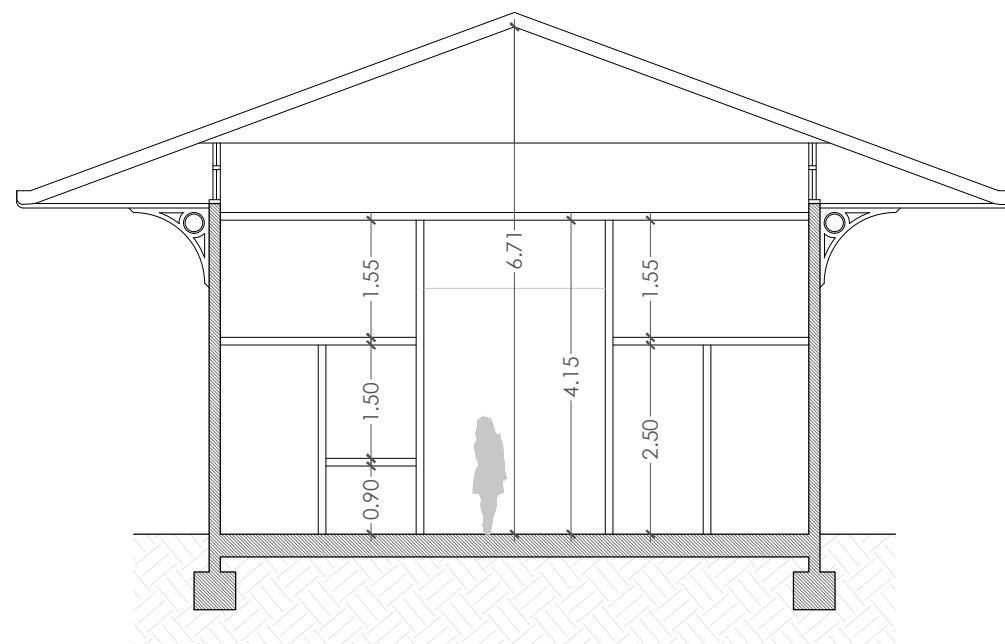
Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu	
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA
	PROYECTO: ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA
	ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO
	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/200 1/100
	PLANO Nº: 04
PLANO: SECCIONES LONGITUDINALES (EA)	



SECCIÓN C-C'



SECCIÓN D-D'



SECCIÓN E-E'



Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA

PROYECTO:
ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE
FERROCARRIL DE NOVELDA

ASIGNATURA:
PROYECTO FINAL DE GRADO

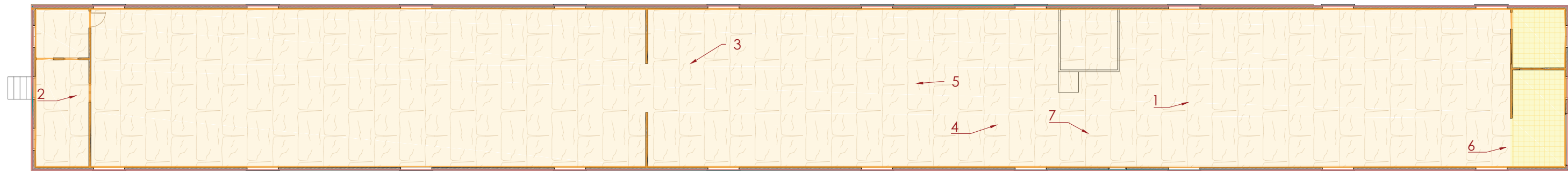
FECHA:
JULIO 2021

ALUMNO:
JESSICA LÓPEZ POVEDA

ESCALA: 1/200
1/100

PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES (EA)

PLANO Nº: 05



PLANTA

DEFINICIÓN DE ACABADOS

- PAVIMENTO DE PIEDRA DE BATEIG.
- PAVIMENTO DE BALDOSAS CERÁMICAS.
- REVESTIMIENTO DE MORTERO DE CAL BLANCO.
- FACHADA DE LADRILLO CARA VISTA.



1 ENTRADA FACHADA OESTE



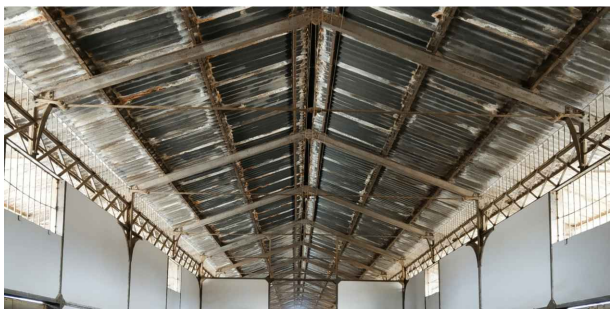
2 ENTRADA FACHADA ESTE



3 PÓRTICO CENTRAL



4 BALANZA ANTIGUA



5 ESTRUCTURA METÁLICA

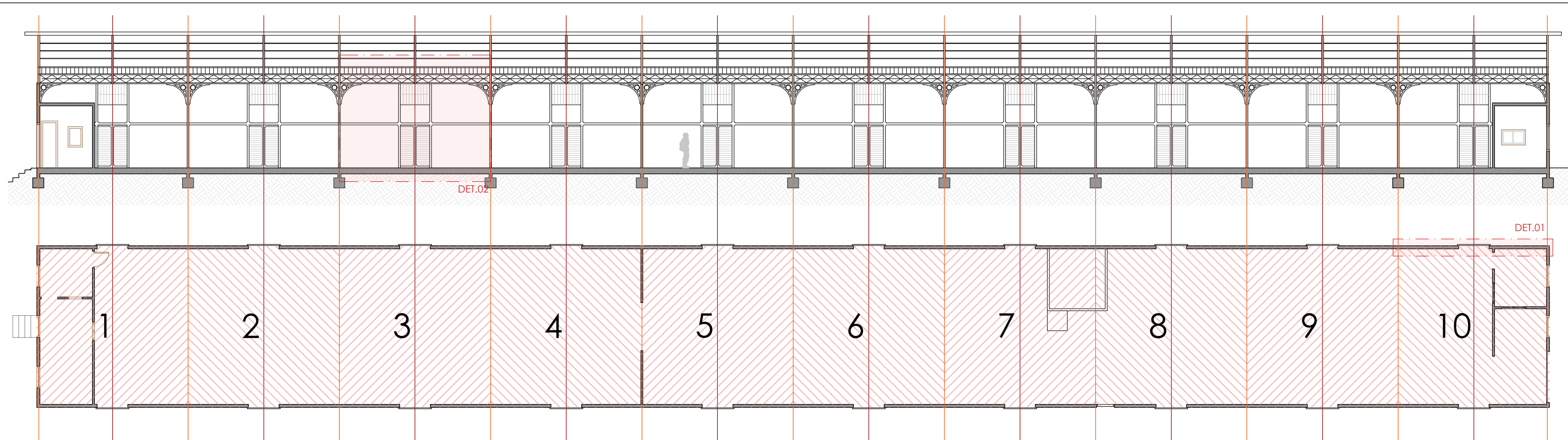


6 PORTÓN ACCESO OESTE

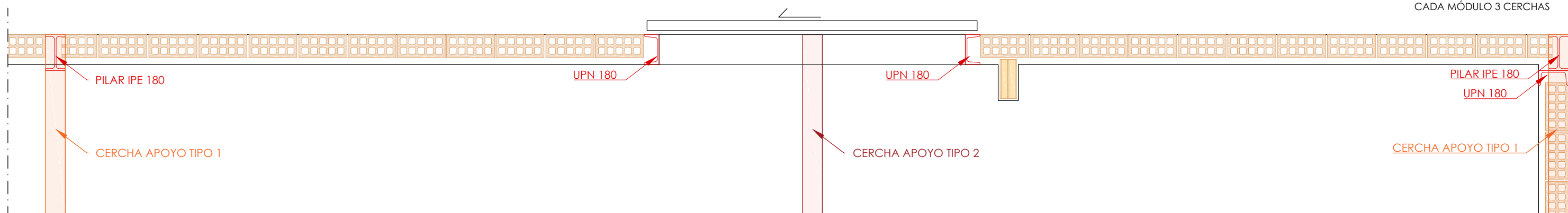


7 PUERTA ACCESO SUR

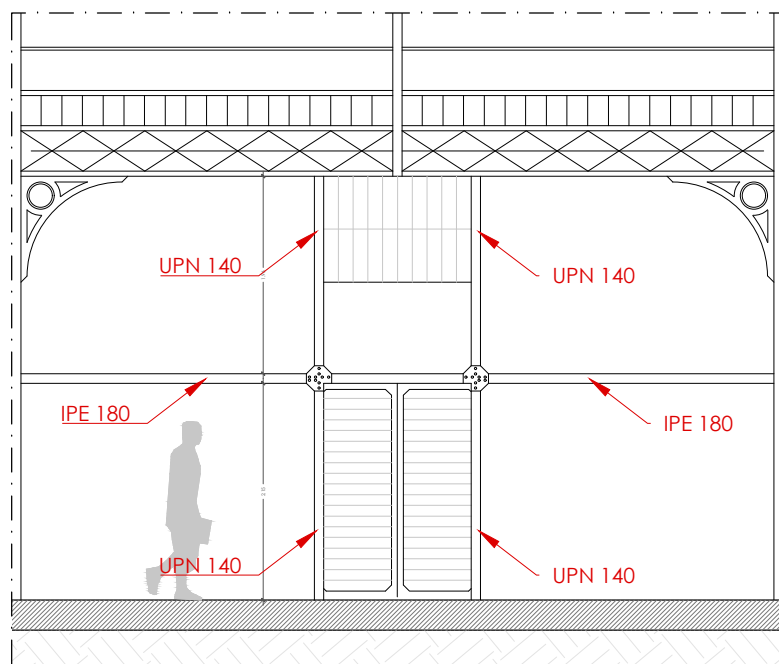
Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu	
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA
	PROYECTO: ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA
	ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO
	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	
ESCALA: 1/200	
PLANO: ACABADOS INTERIORES (EA)	
PLANO Nº: 06	



SECCIÓN Y PLANTA 1/200
10 MÓDULOS DE 61,10 m²
CADA MÓDULO 3 CERCHAS



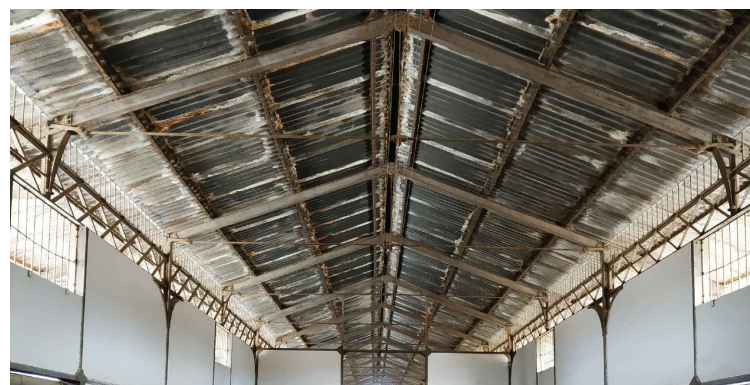
DETALLE 01. PLANTA 1/20




DETALLE 02. MÓDULO ALZADO INTERIOR 1/75

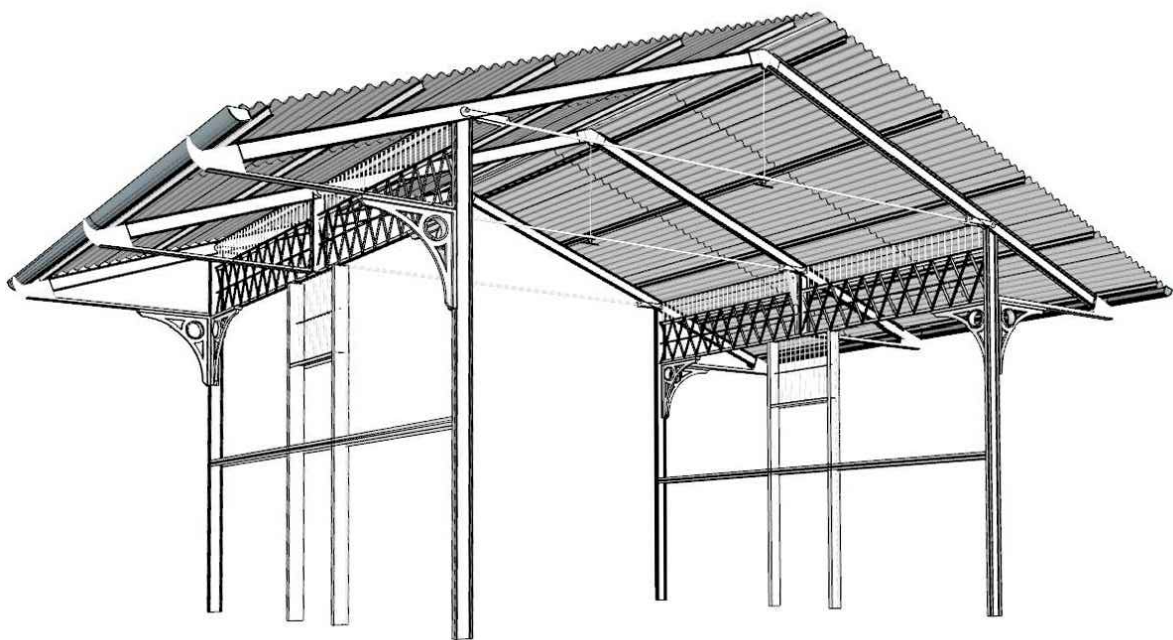
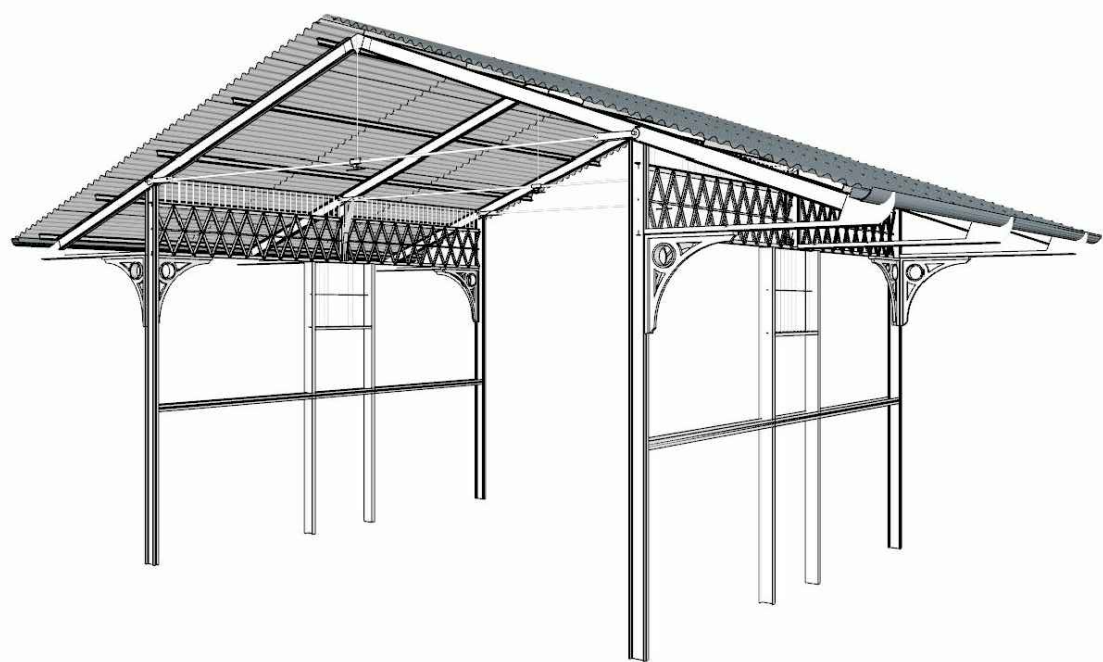
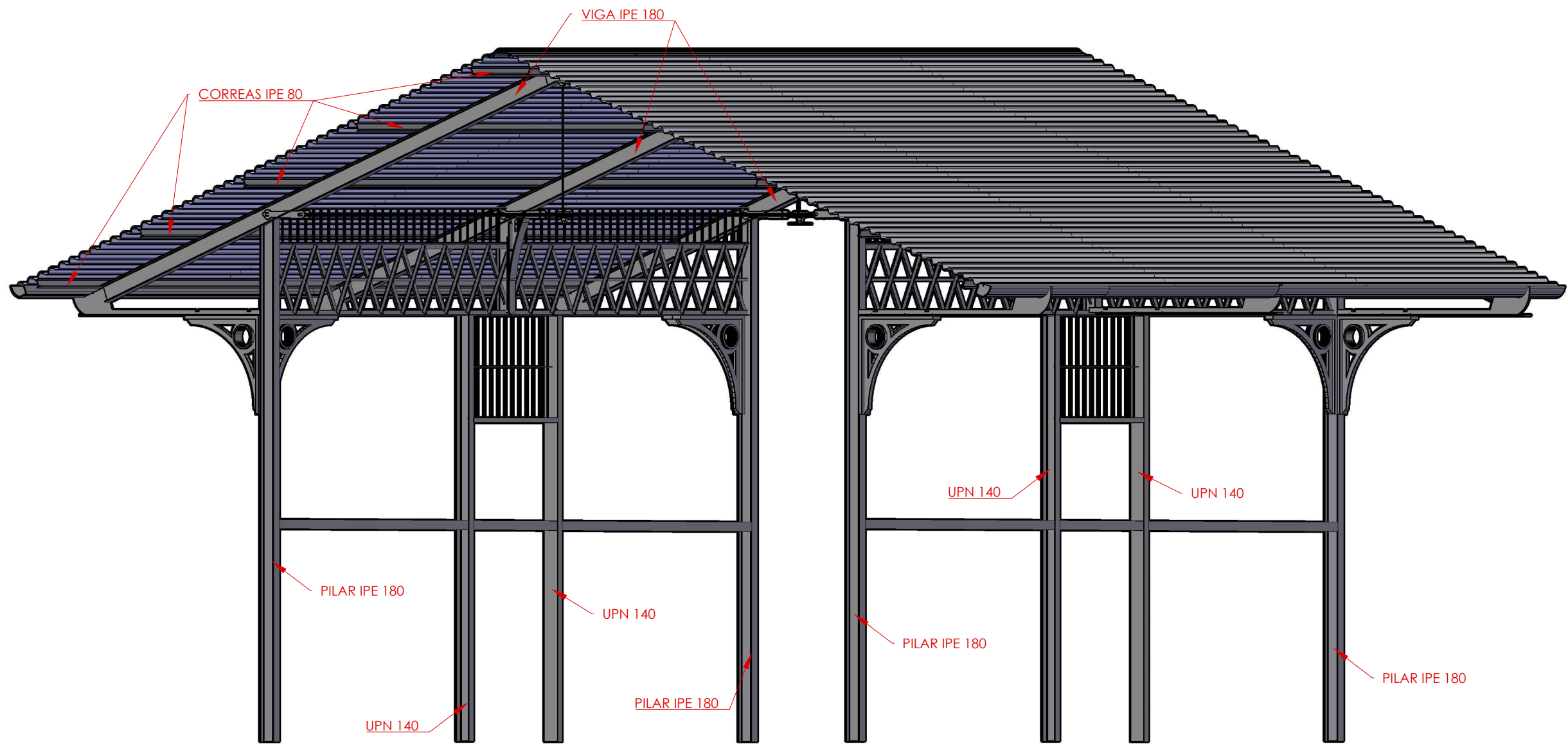


UNIÓN PERFILES INTERIOR

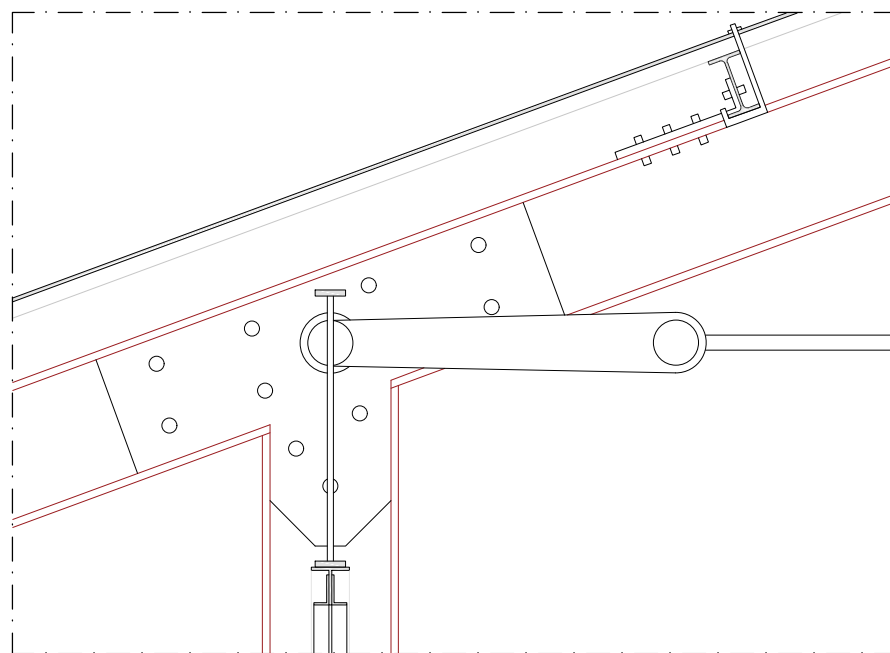
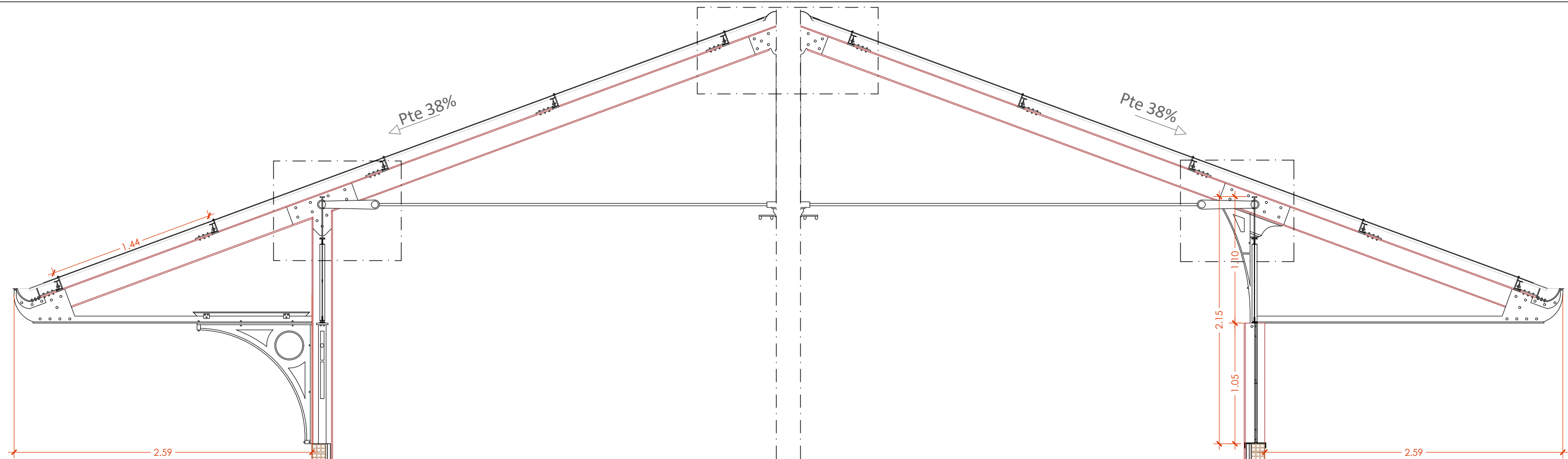


CERCHAS INTERIORES

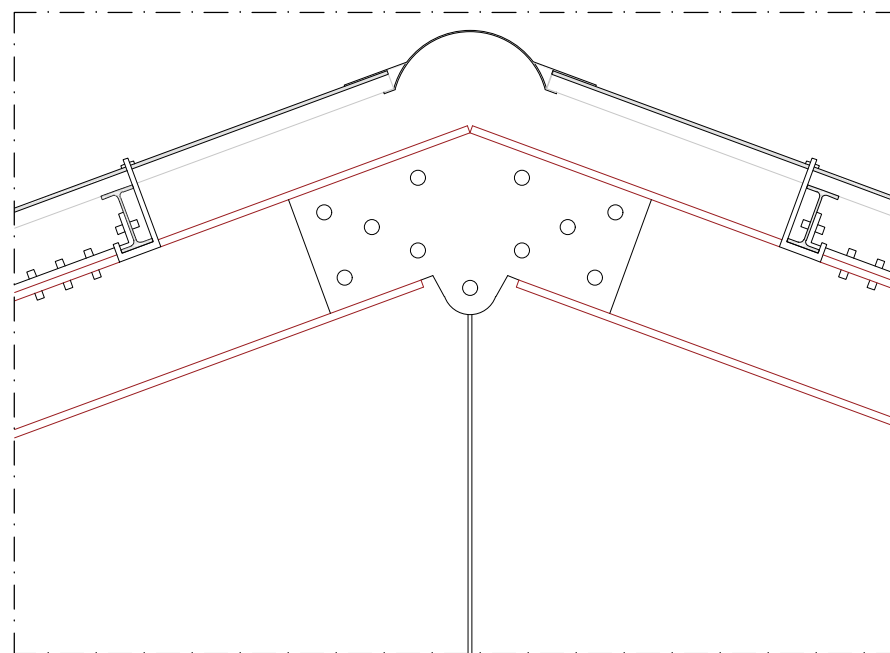
Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu	
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA	
PROYECTO: ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA	
ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/20
PLANO: DETALLES ESTRUCTURA	PLANO Nº: 07



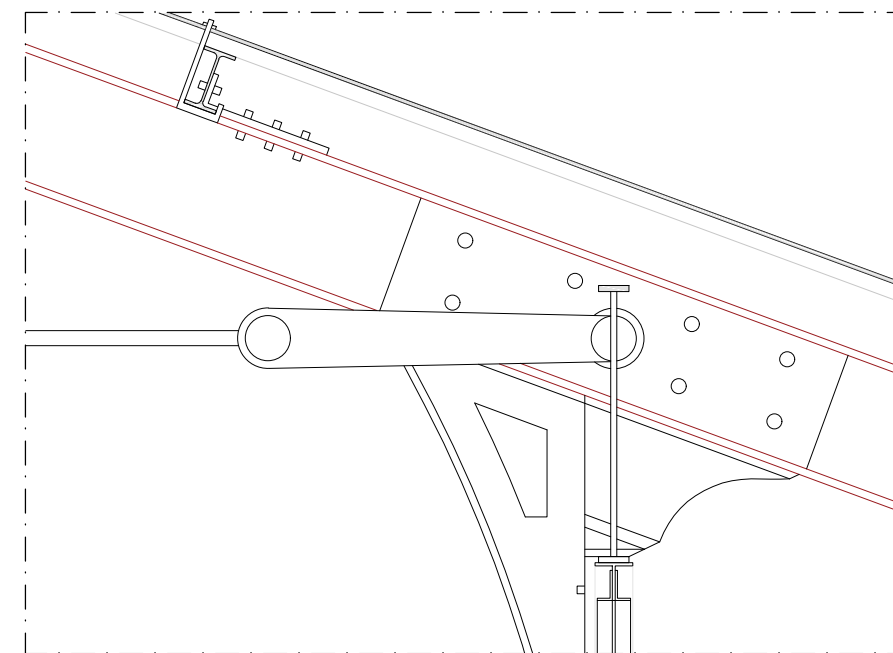
Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu	
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA
	PROYECTO: ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA
	ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO
	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/50
	PLANO Nº: 08
ANÁLISIS ESTRUCTURAL 3D	



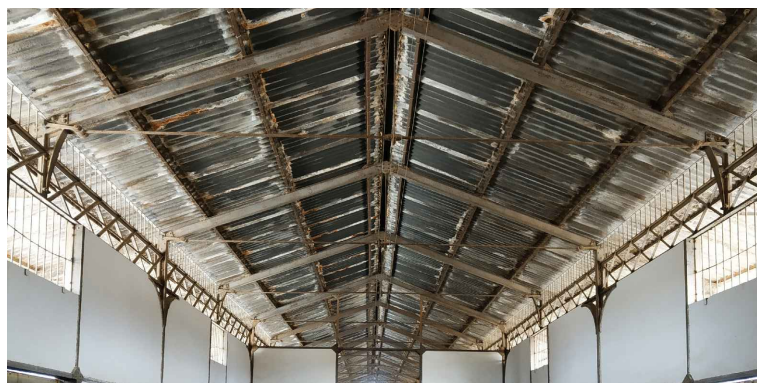
DETALLE ARTICULACIÓN CERCHA TIPO 1



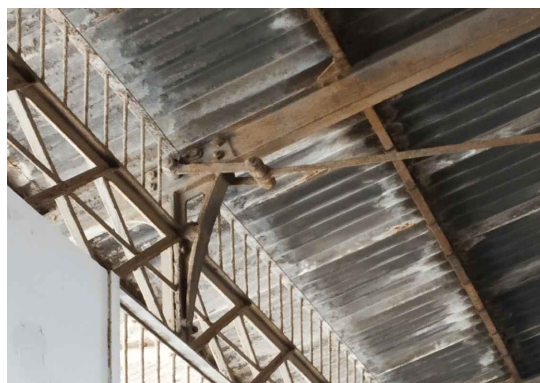
DETALLE CUMBRERA



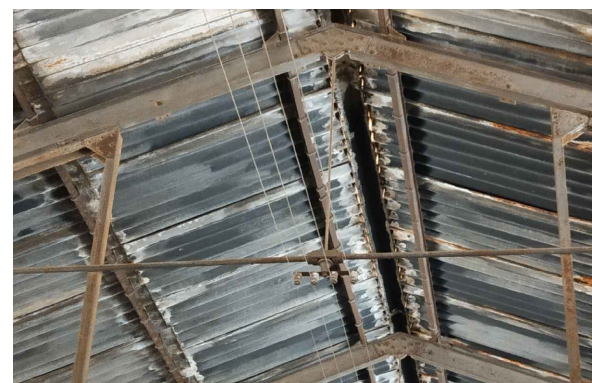
DETALLE ARTICULACIÓN CERCHA TIPO 2



ESTRUCTURA CERCHAS



ARTICULACIÓN CERCHA TIPO 2



CUMBRERA



POSTE DE LUZ

Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA

PROYECTO:
ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE
FERROCARRIL DE NOVELDA

ASIGNATURA:
PROYECTO FINAL DE GRADO

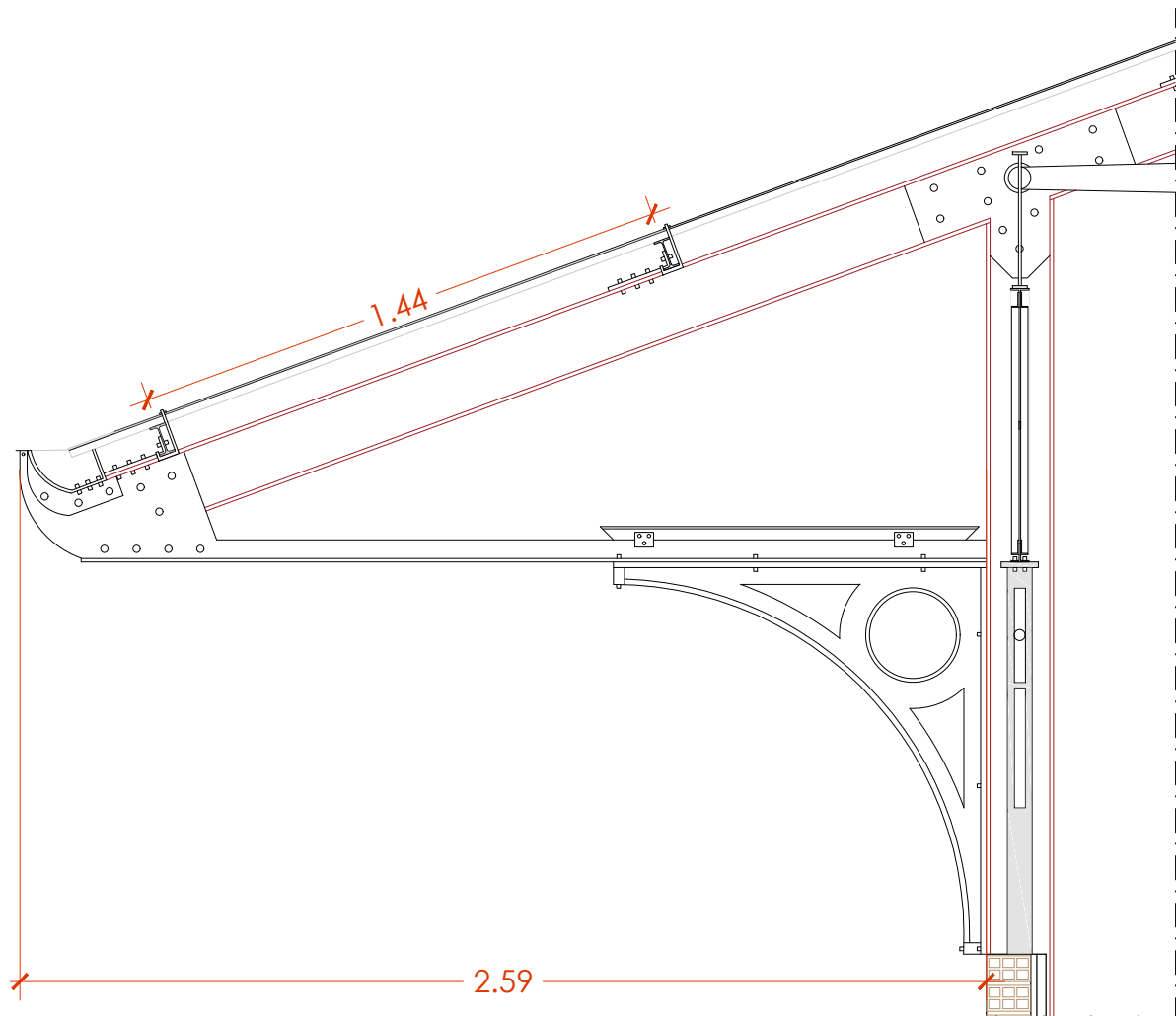
FECHA:
JULIO 2021

ALUMNO:
JESSICA LÓPEZ POVEDA

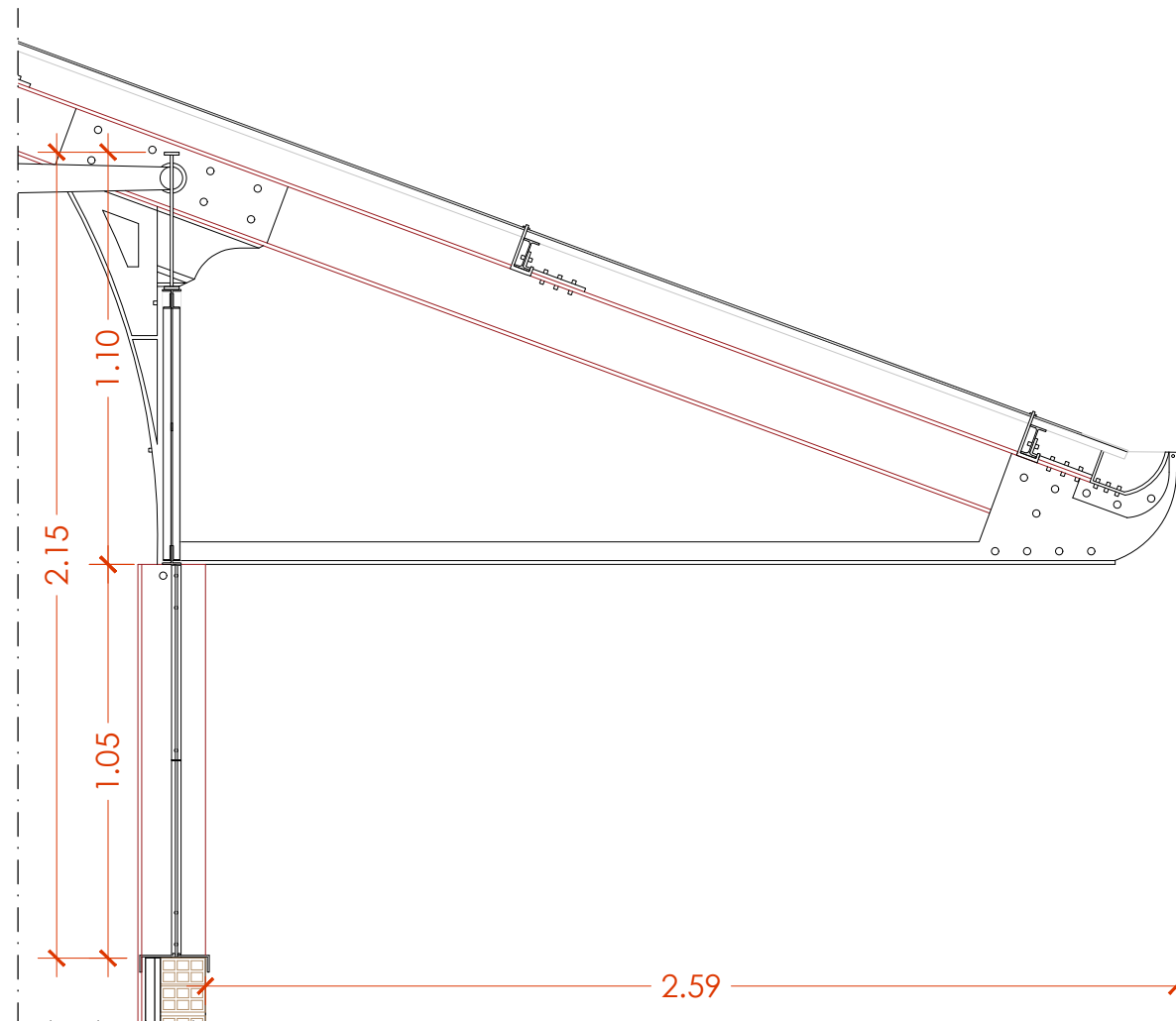
ESCALA: 1/35
1/10

PLANO:
DETALLES ESTRUCTURA

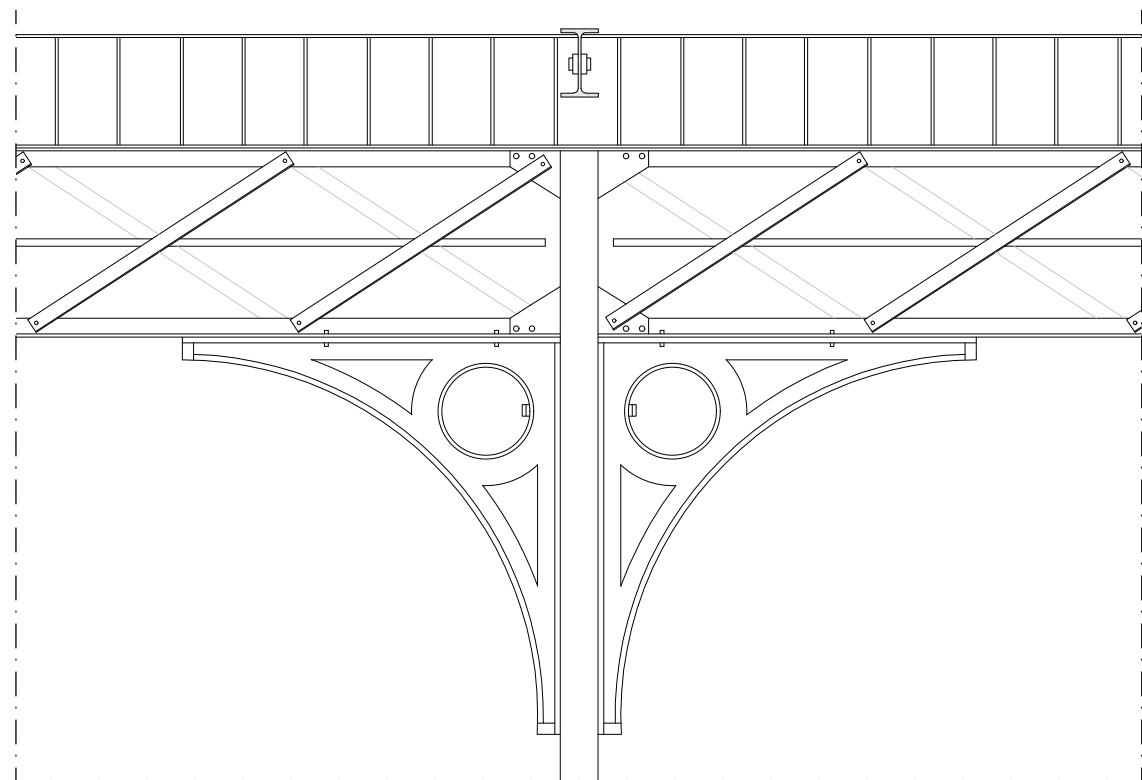
PLANO Nº: 09



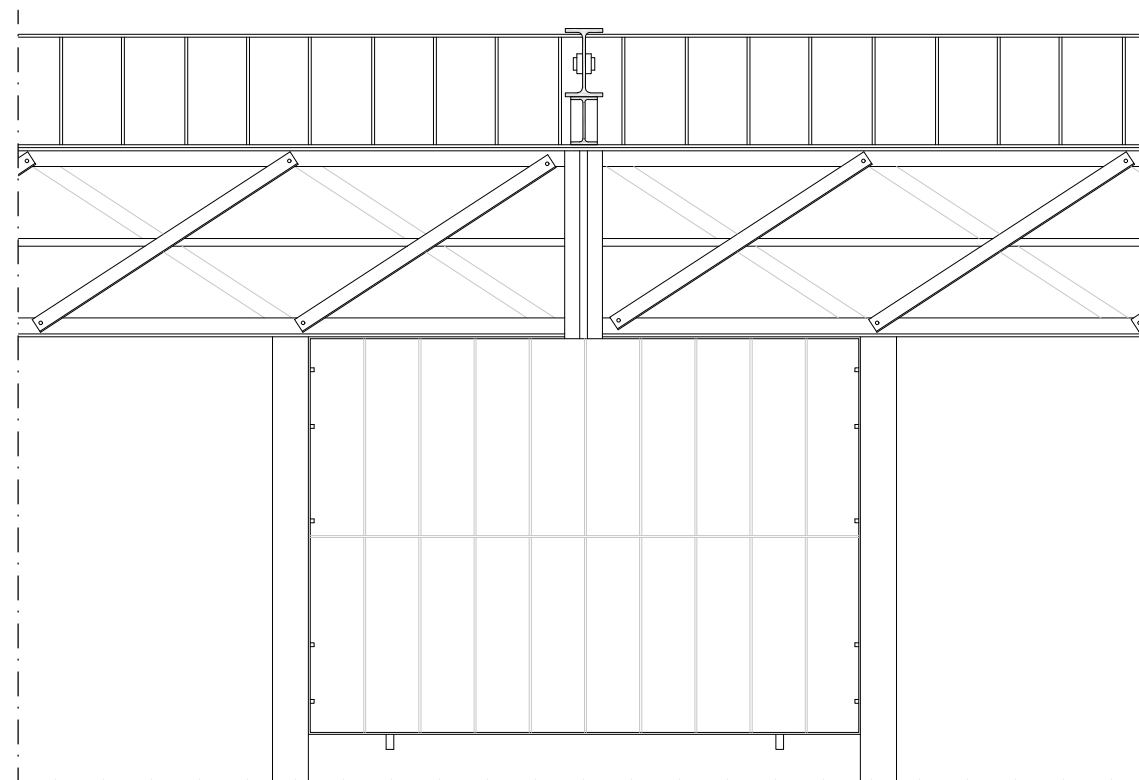
DETALLE LATERAL VUELO TIPO 1



DETALLE LATERAL VUELO TIPO 2



DETALLE FRONTAL VUELO TIPO 1



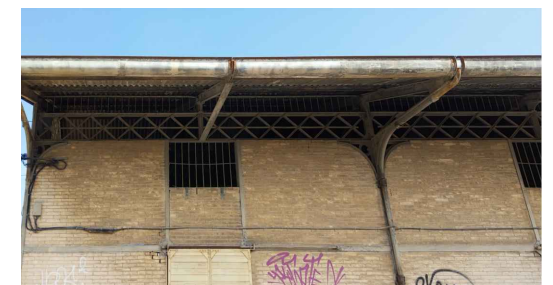
DETALLE FRONTAL VUELO TIPO 2



VOLADIZO TIPO 1

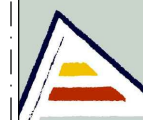


VOLADIZO TIPO 2



VISTA DE LOS DOS TIPOS DE VUELOS

Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA

PROYECTO:
ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE
FERROCARRIL DE NOVELDA

ASIGNATURA:
PROYECTO FINAL DE GRADO

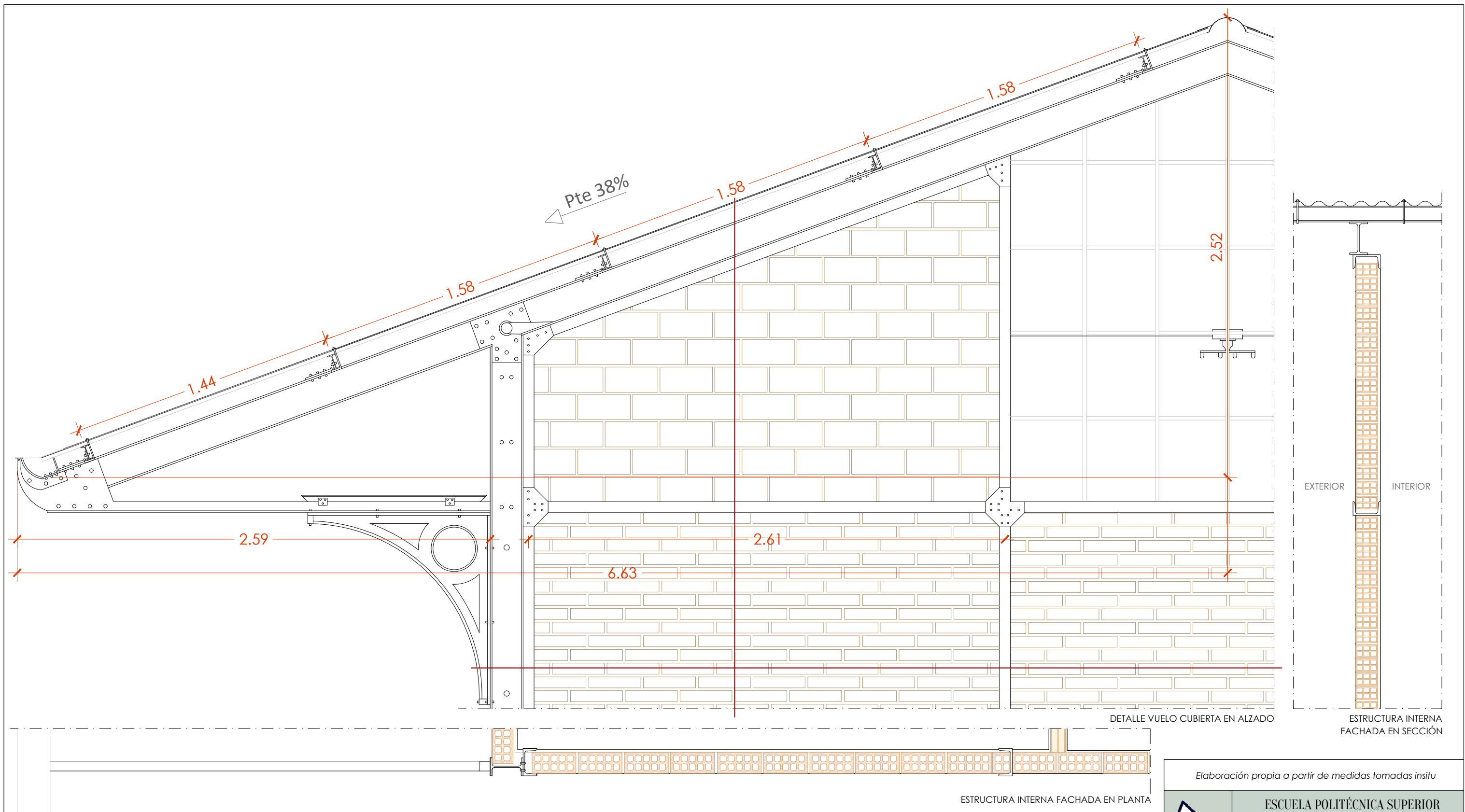
FECHA:
JULIO 2021

ALUMNO:
JESSICA LÓPEZ POVEDA

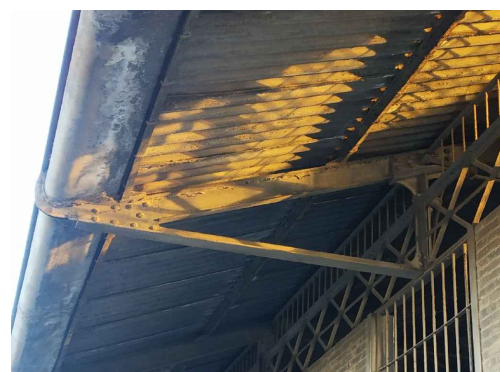
ESCALA:
1/20

PLANO:
DETALLES ESTRUCTURA

PLANO Nº:
10




VOLADIZO TIPO 1

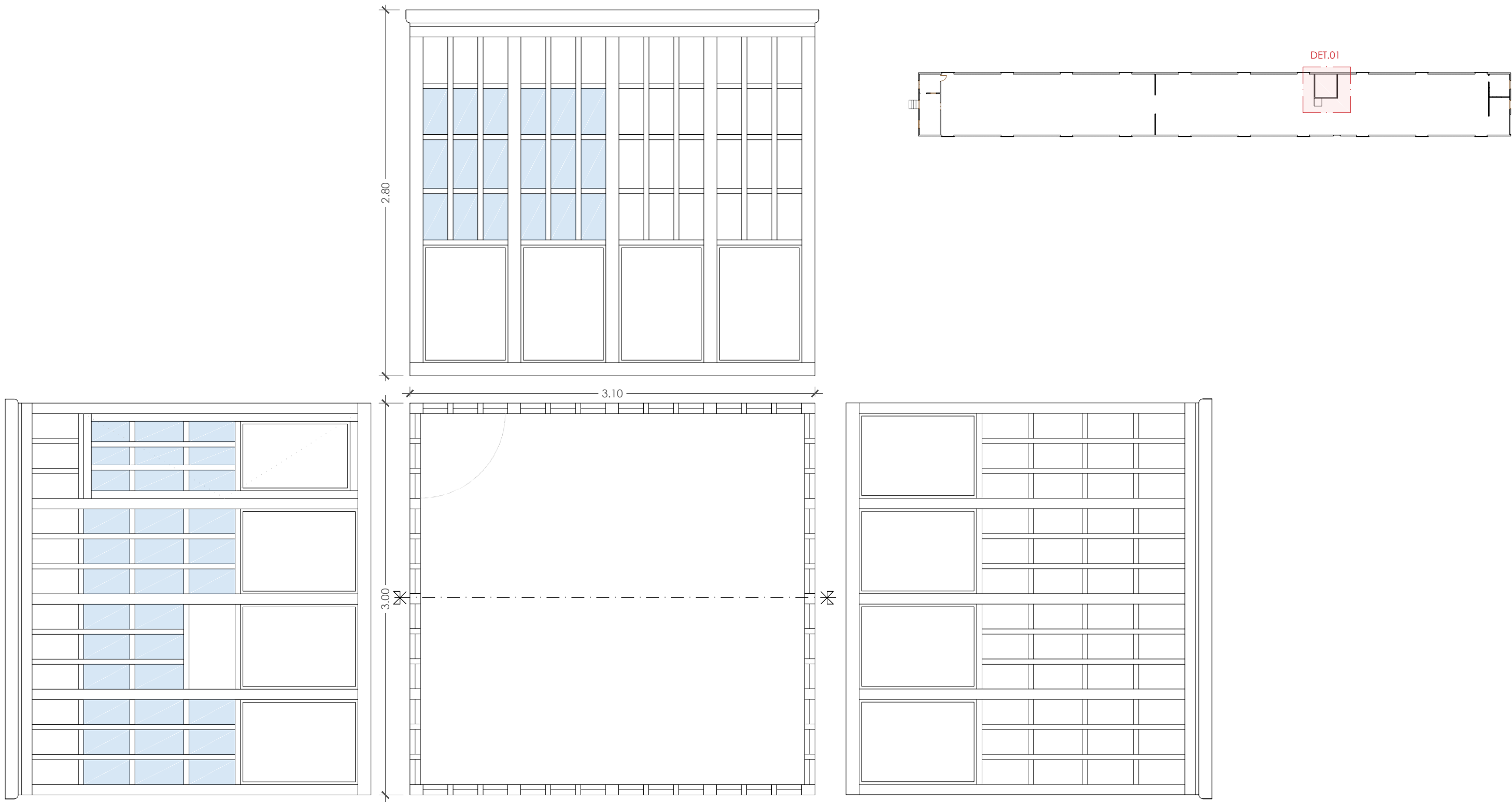


VOLADIZO TIPO 2



TERMINACIÓN CUBIERTA EN VOLADIZO

Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu	
 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA	
PROYECTO: ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA	
ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/20
PLANO: DETALLES ESTRUCTURA	PLANO Nº: 11

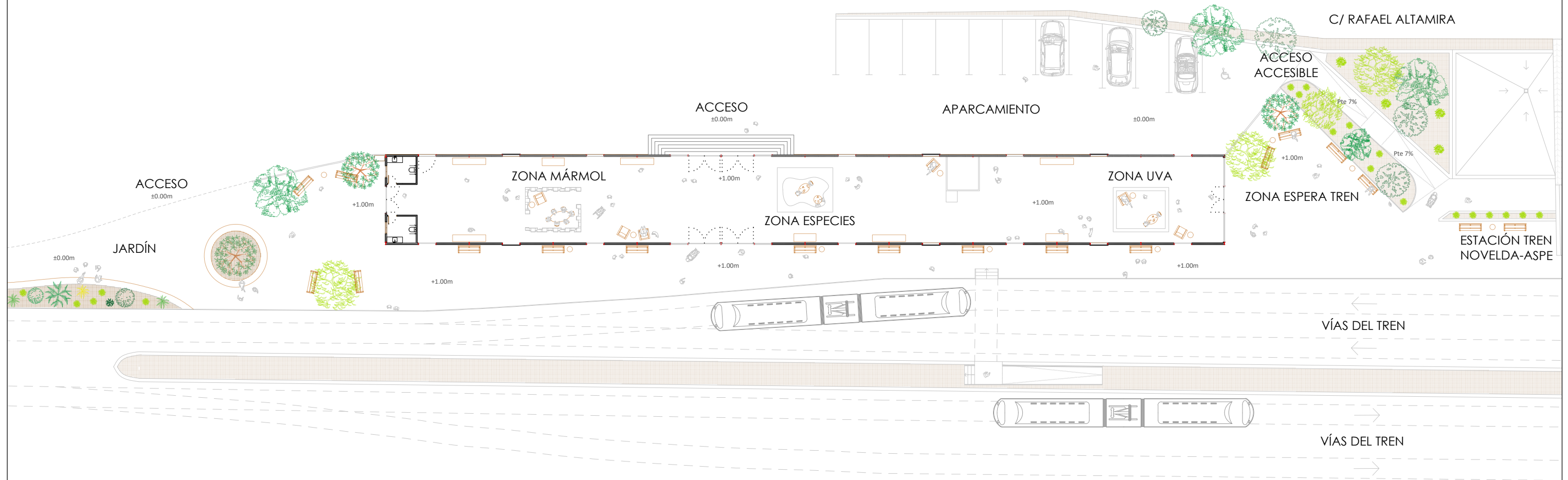


DETALLE 01. BÁSCULA ORIGINAL

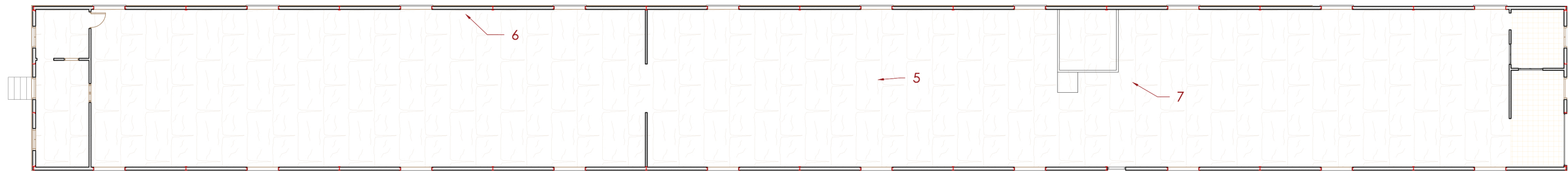


Elaboración propia a partir de medidas tomadas insitu	
	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA
PROYECTO: ESTUDIO MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA	
ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/30
PLANO: DETALLE BÁSCULA	PLANO Nº: 12

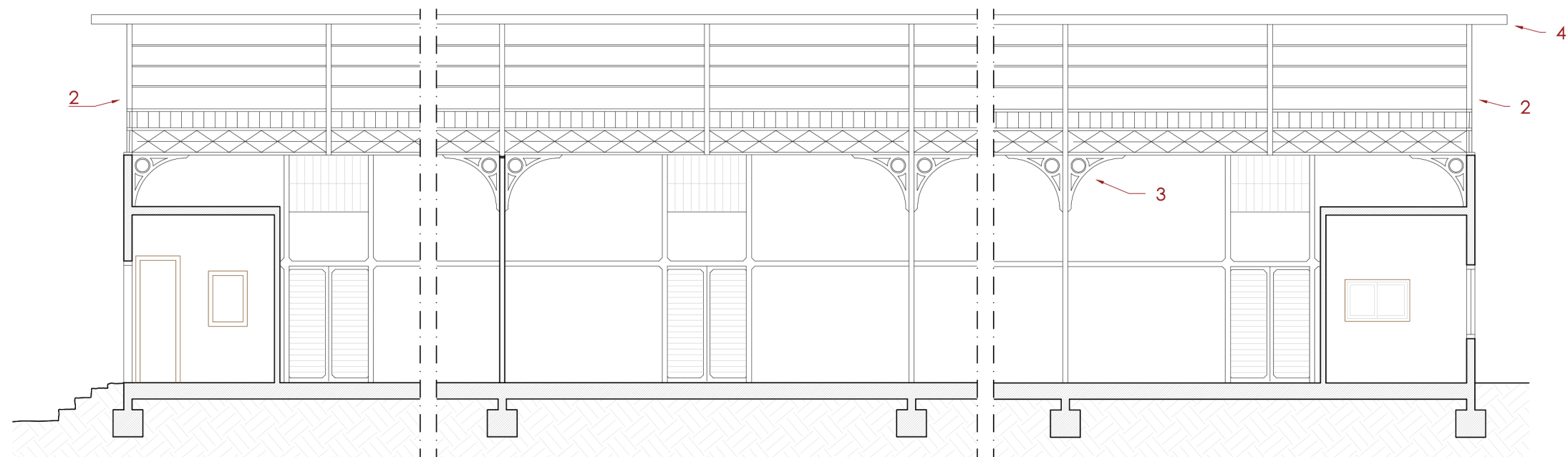
ANEXO 4: PLANOS DEL MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA PROYECTO DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE



 <div>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</div>	
PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA	
ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/300
PLANO: EMPLAZAMIENTO	PLANO Nº: 01



PLANTA

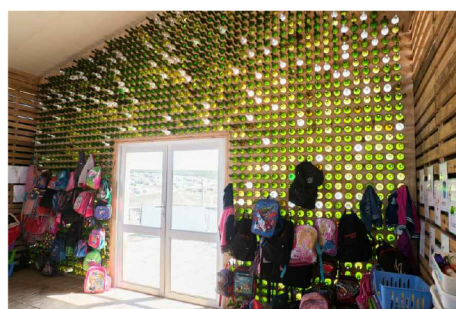


SECCIÓN A-A'



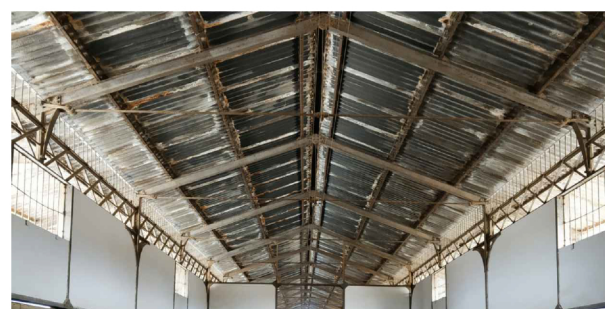
1 ACABADO FACHADA
LADRILLO CARA VISTA

Limpiado y cepillado de toda la fachada de mampostería para eliminar la suciedad y todos los grafitis.



2 VIDRIERA EN HASTIAL

Quitar las rejas que existen en la parte del hastial y colocación de vidriera con botellas de vino reutilizadas como se observa en la imagen de referencia.



3 ESTRUCTURA METÁLICA

Como la estructura actual se encuentra en buenas condiciones solamente la trataremos para alargar su buen estado. Para ello se limpiará las zonas que sea posible acceder, mediante chorro de arena a presión, luego le aplicaremos una pintura de imprimación anticorrosiva y otra intumescente para la protección contra el fuego. Y, por último, una pintura plástica como acabado final.



4 CUBIERTA METÁLICA

La cubierta a dos aguas actualmente esta bastante deteriorada, por esta razón hay que cambiarla. Se plantea la colocación de una cubierta tipo sándwich con acabado exterior metálico e interiormente de madera, relleno de un aislamiento térmico acústico de lana de oveja natural. La existente se enviará a un gestor de residuos para su posterior tratamiento. Para aumentar la iluminación interior en la zona de la cumbrera se colocarán unas piezas translúcidas de policarbonato, poliéster o vidrio.



5 PAVIMENTO PIEDRA BATEIG

Por el estado del pavimento y su irregularidad se propone quitar todas las piezas de piedra Bateig, realizar una solera de 15 cm y como acabado final unas piezas de madera reutilizada.



6 RECRECIDO INTERIOR CON AISLANTE
ACABADO EN MADERA

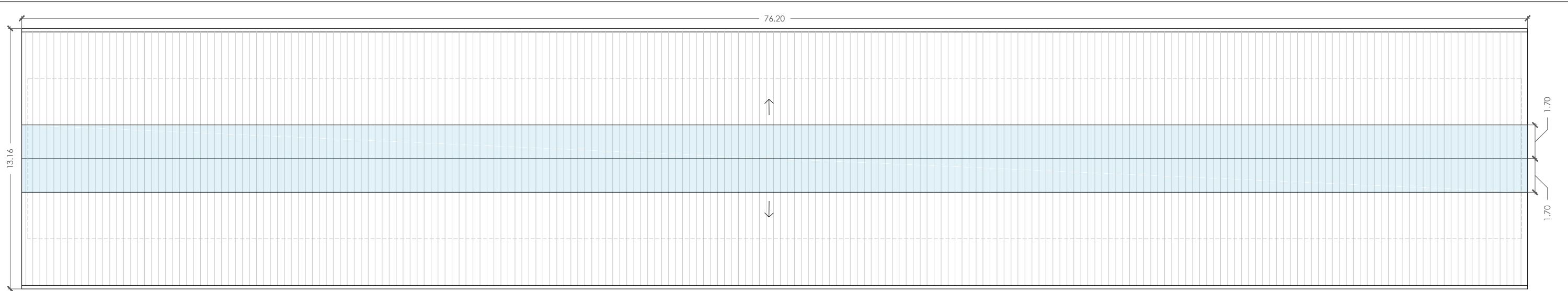
Interiormente se propone recrecer mediante una subestructura de madera y aislante de lana de oveja natural, para aislar térmica y acústicamente el interior. Y como acabado final se colocarían unas piezas de madera reutilizada.



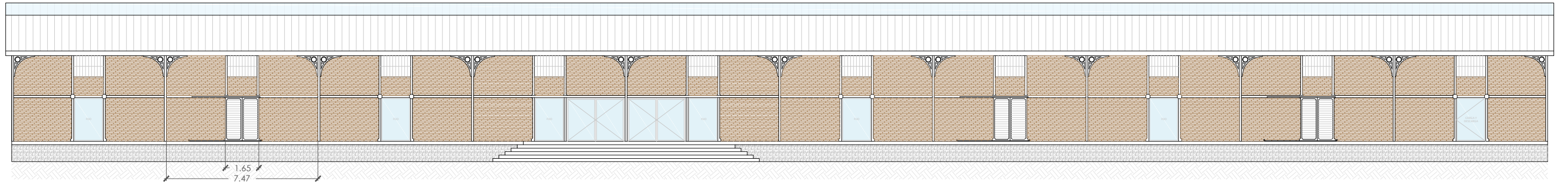
7 BÁSCULA - CASETA
MADERA Y CRISTAL

Limpieza, lijado y pintar la caseta. Cambiar los cristales que hay rotos.

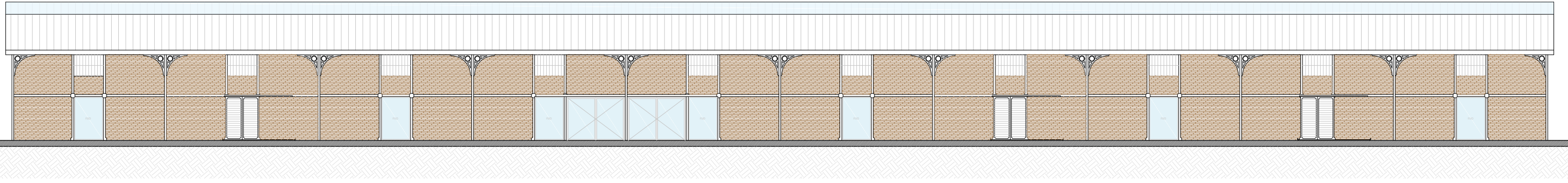
 <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</p>	
<p>PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA</p>	
<p>ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>
<p>ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA</p>	<p>ESCALA: 1/200</p>
<p>PLANO: PROPUESTAS PROYECTO</p>	<p>PLANO Nº: 03</p>



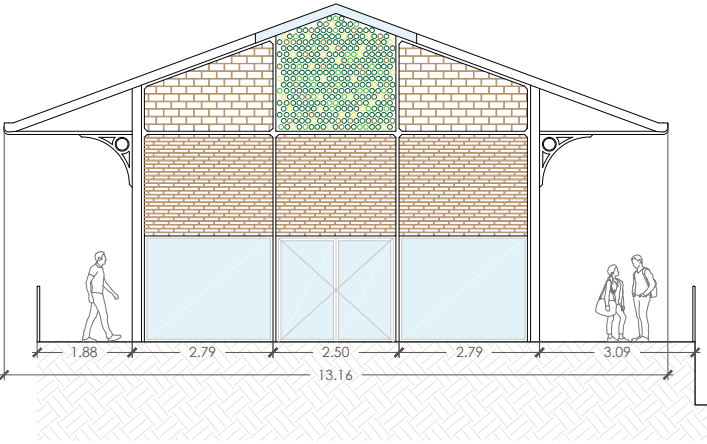
CUBIERTA



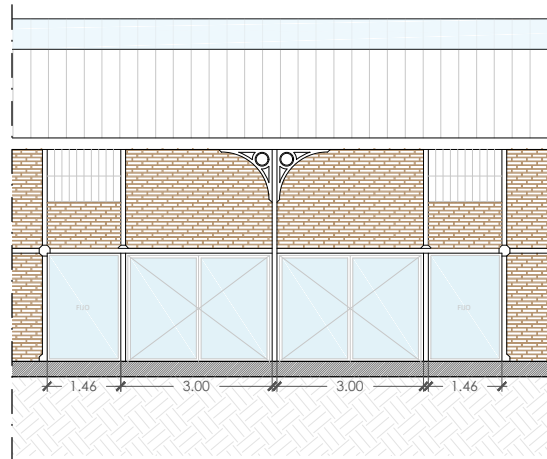
ALZADO SUR



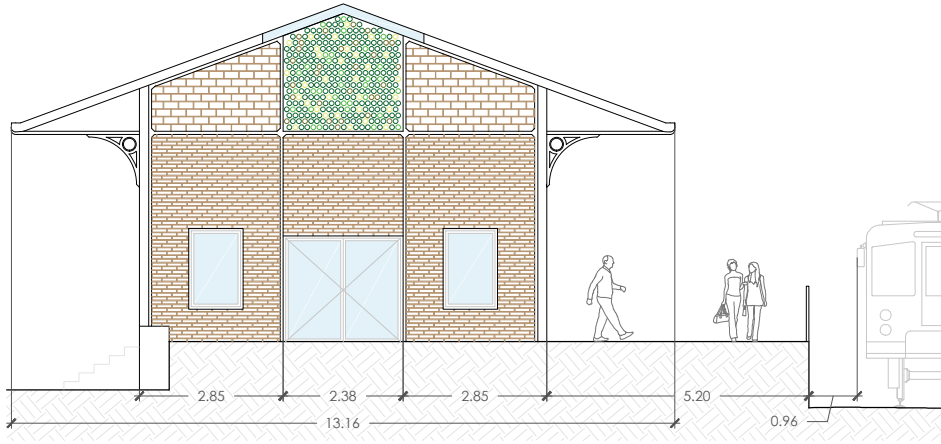
ALZADO NORTE



ALZADO OESTE



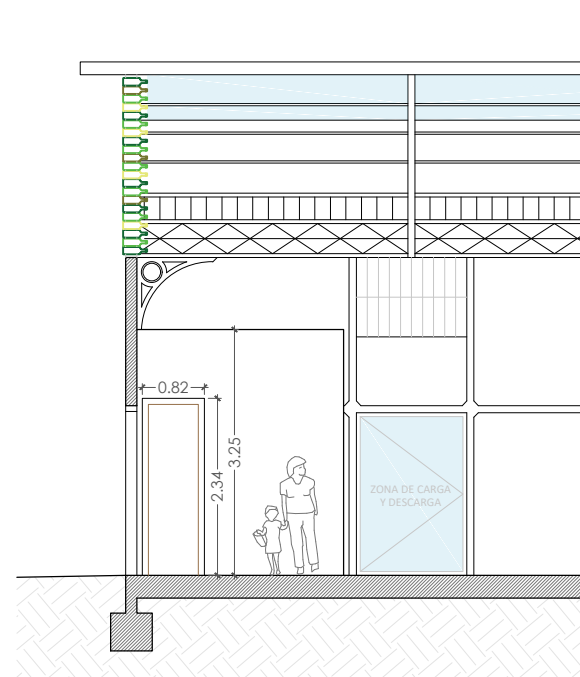
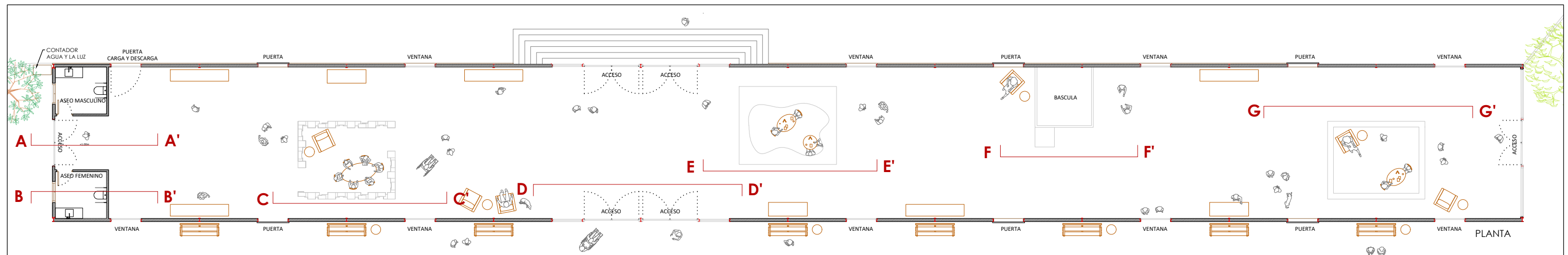
DETALLE FACHADA
NUEVOS ACCESOS



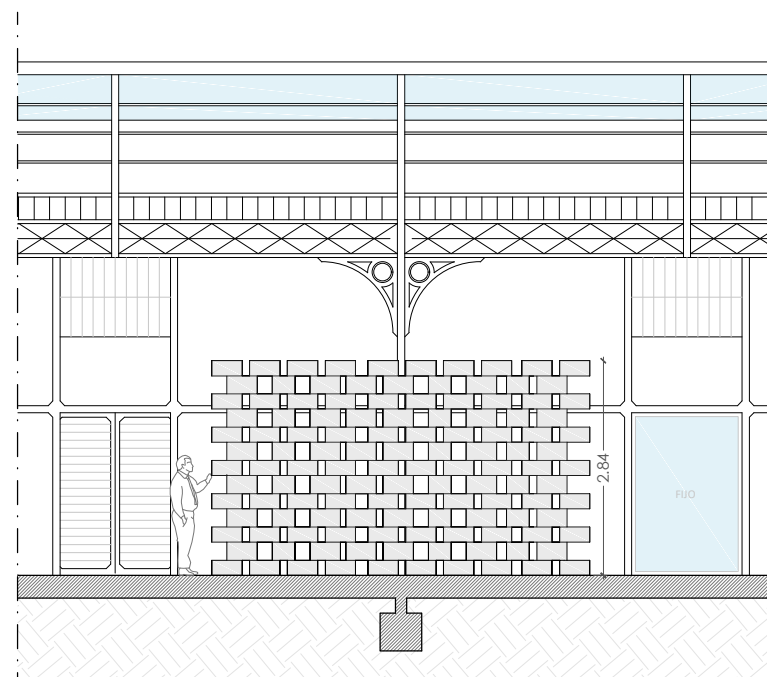
ALZADO ESTE



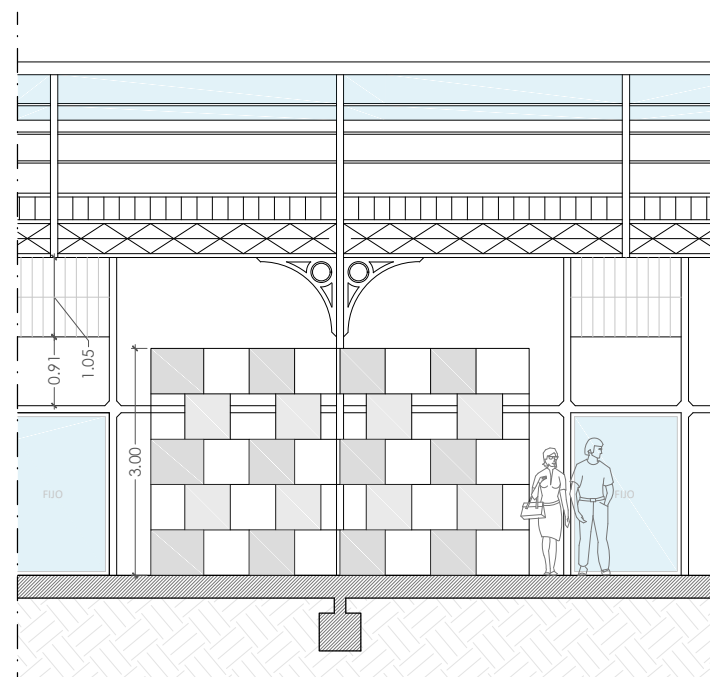
 <div>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</div>	
PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA	
ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/200 1/150
PLANO: ALZADOS PROYECTO	PLANO Nº: 04



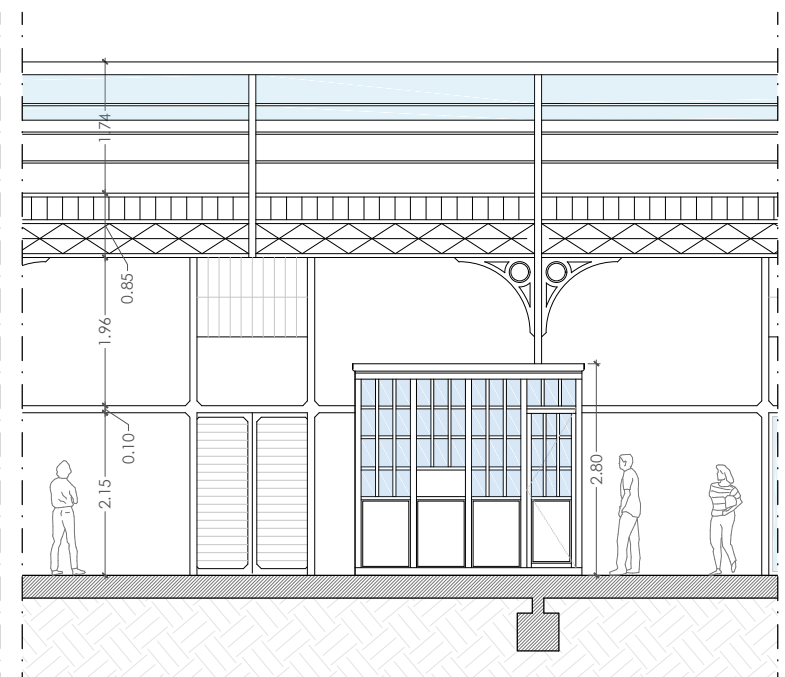
SECCIÓN A-A'



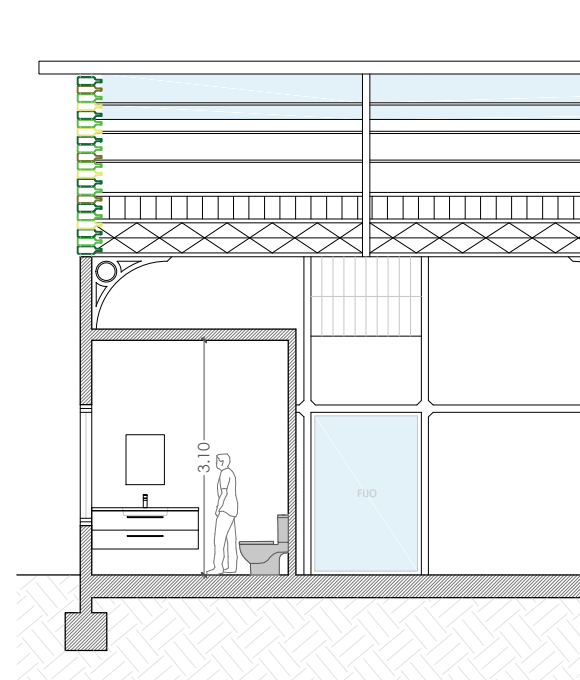
SECCIÓN C-C'



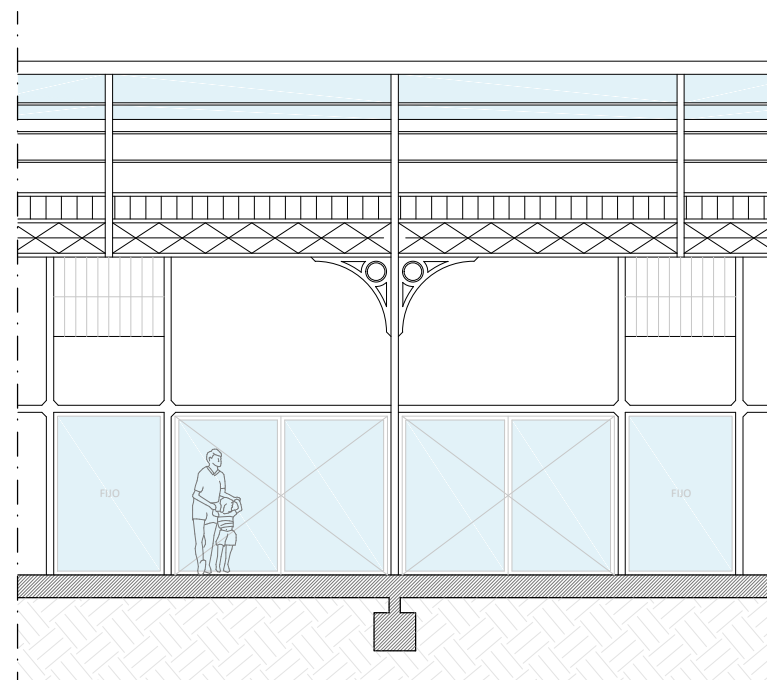
SECCIÓN E-E'



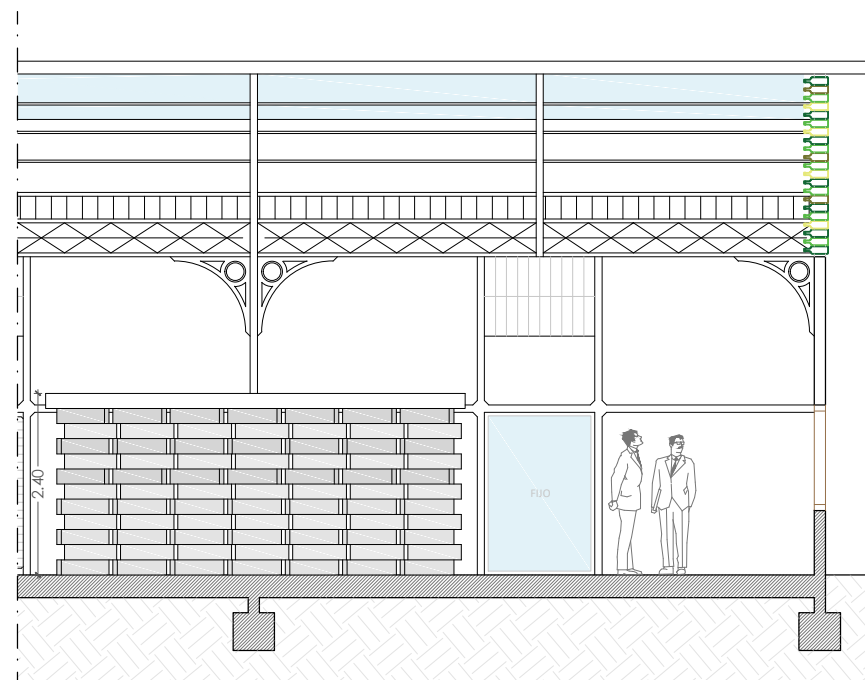
SECCIÓN F-F'



SECCIÓN B-B'



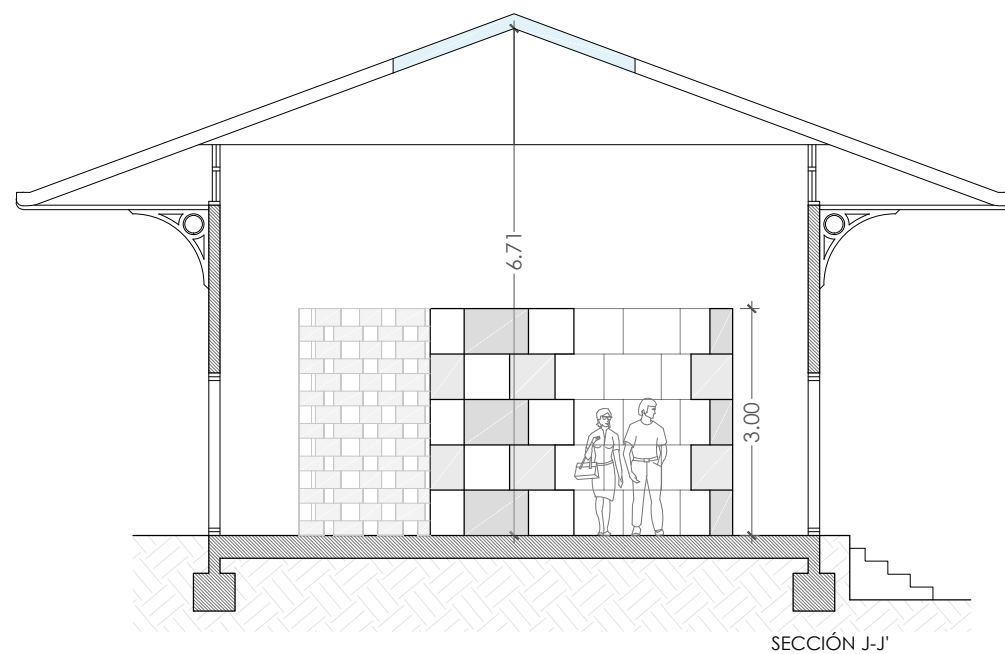
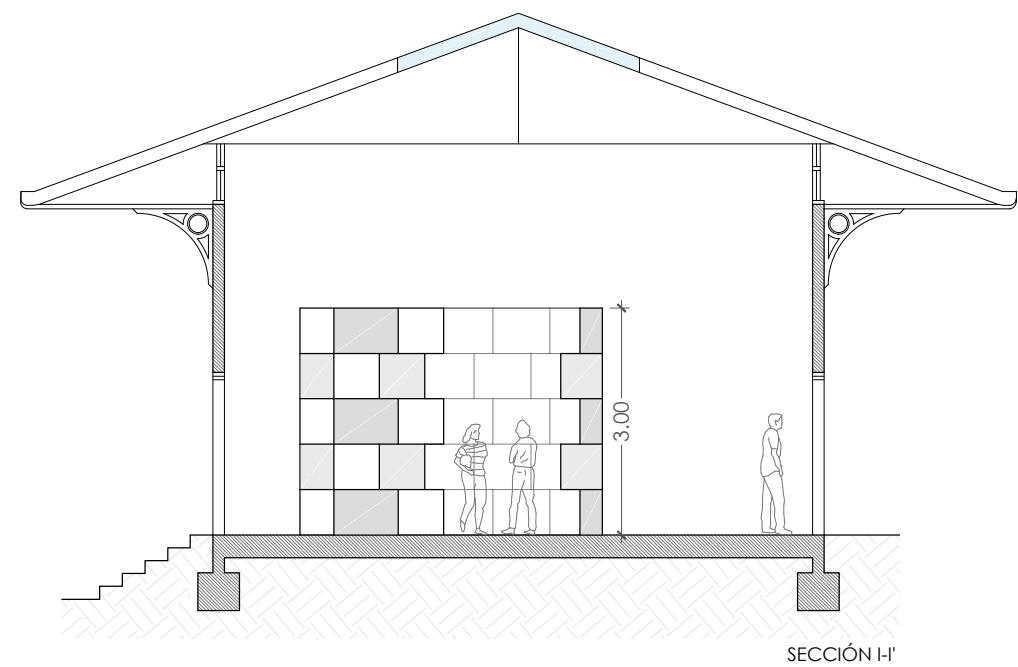
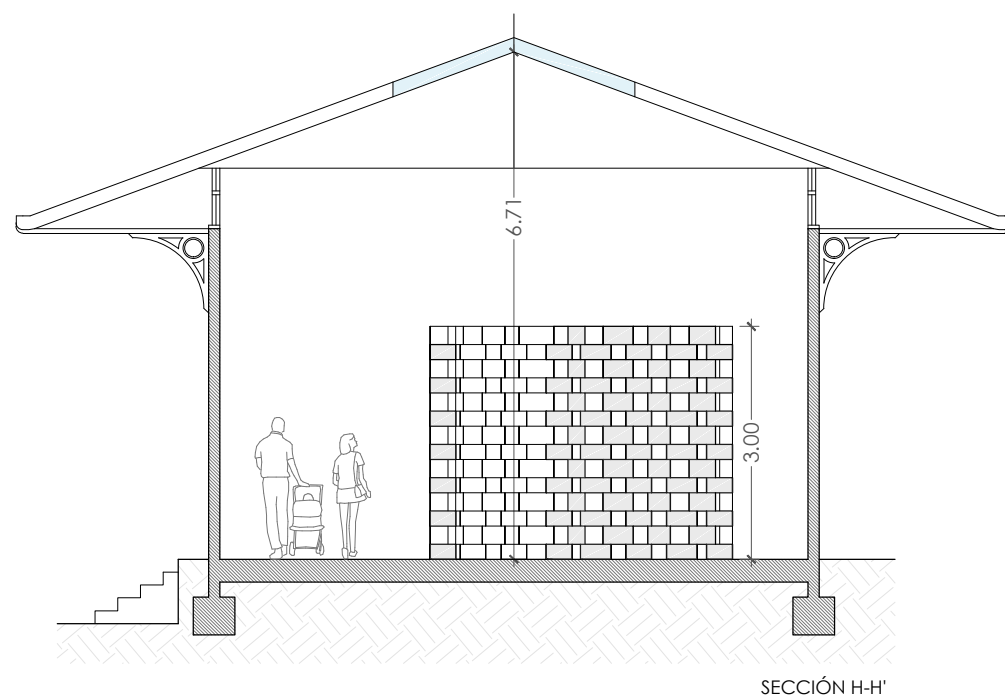
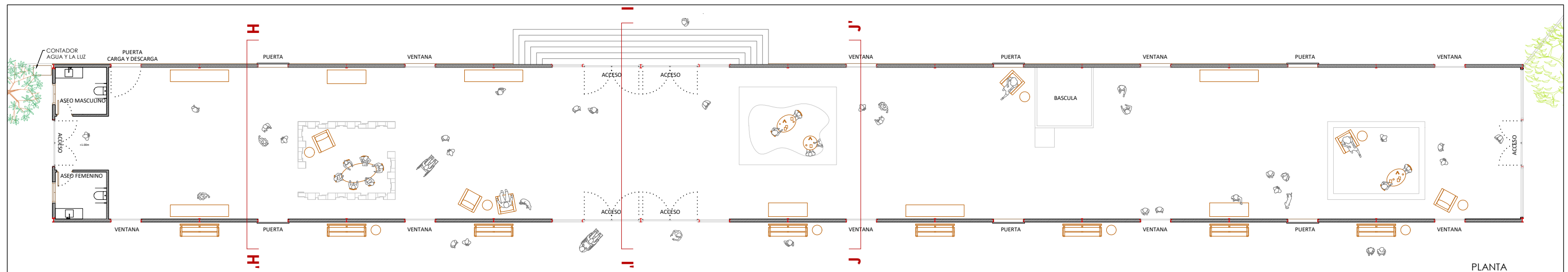
SECCIÓN D-D'



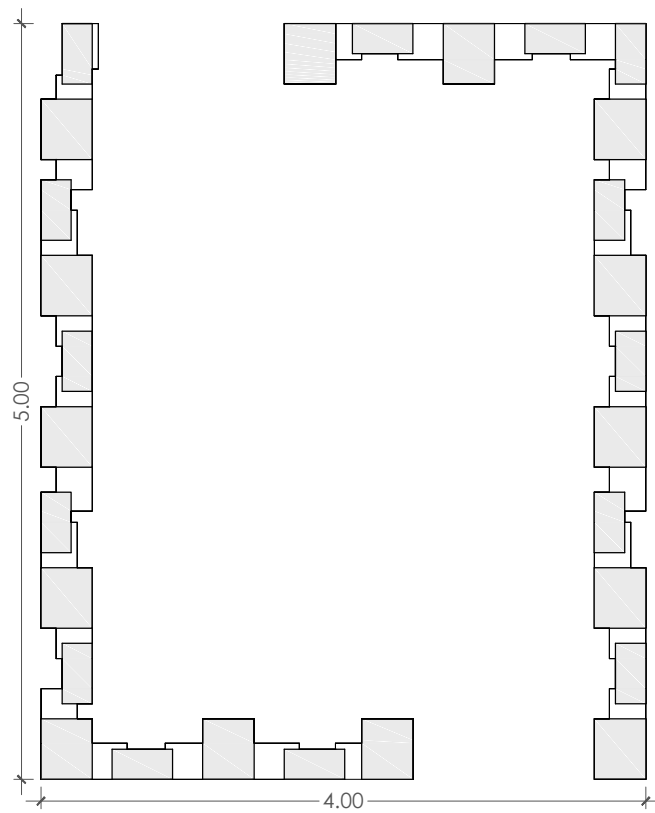
SECCIÓN G-G'



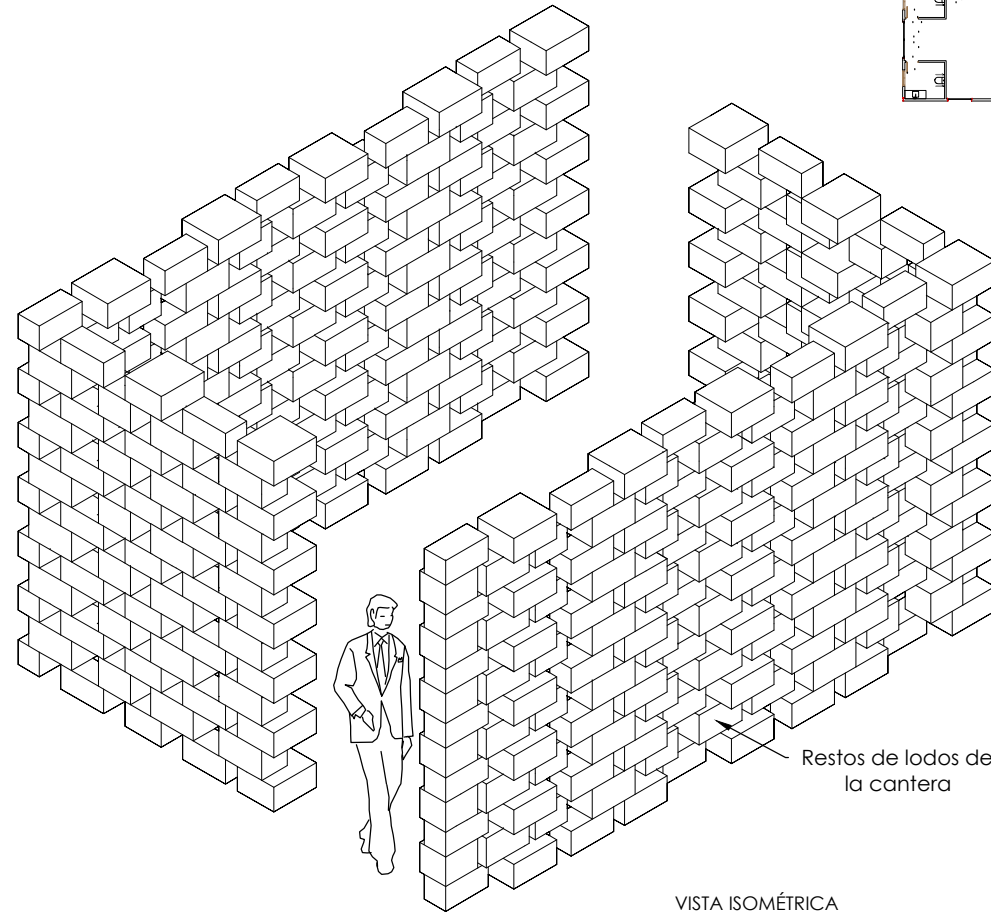
 <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</p>	
<p>PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA</p>	
<p>ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>
<p>ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA</p>	<p>ESCALA: 1/200 1/100</p>
<p>PLANO: SECCIONES LONGITUDINALES</p>	<p>PLANO Nº: 05</p>



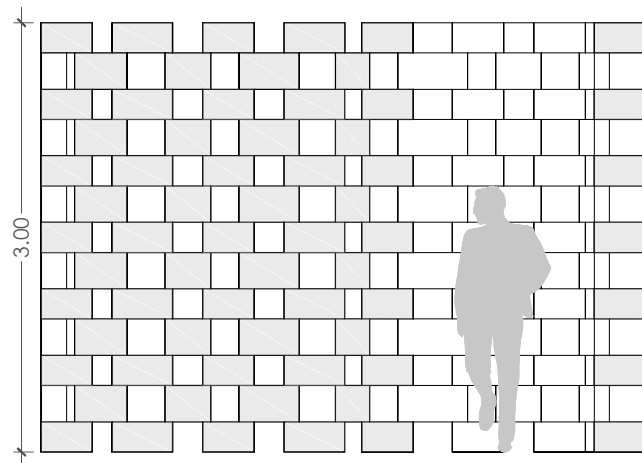
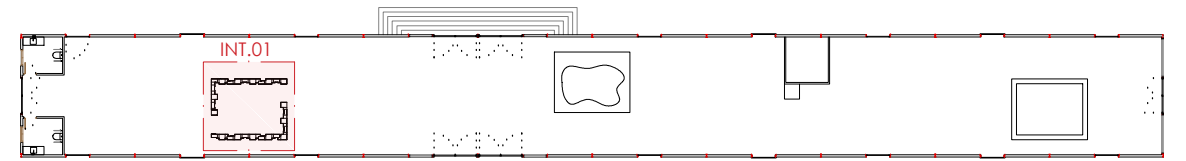
 <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</p>	
<p>PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA</p>	
<p>ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>
<p>ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA</p>	<p>ESCALA: 1/200 1/100</p>
<p>PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES</p>	<p>PLANO Nº: 06</p>



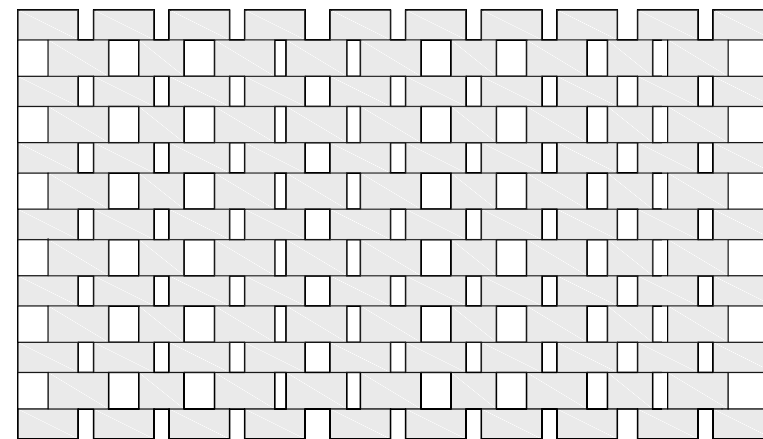
VISTA PLANTA



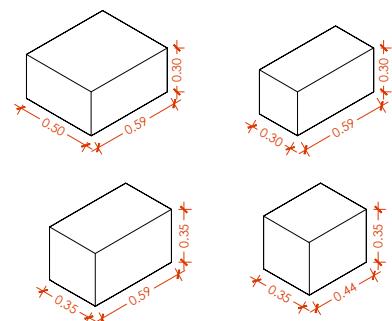
VISTA ISOMÉTRICA



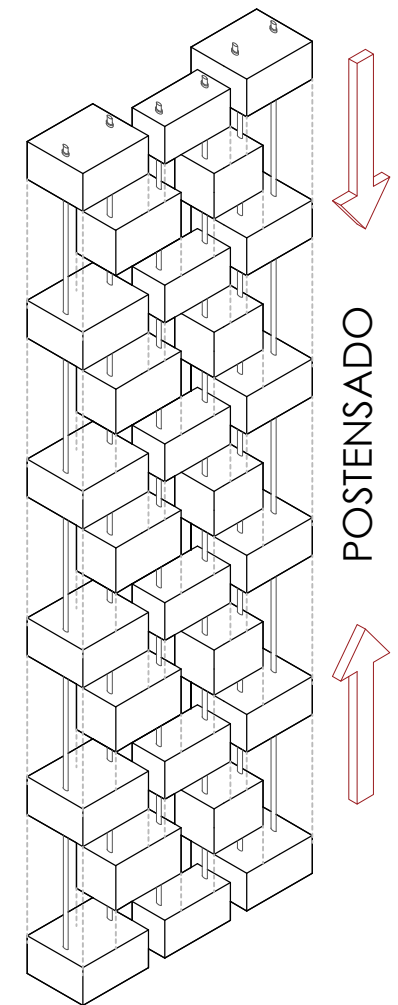
ALZADO TRANSVERSAL



ALZADO LONGITUDINAL

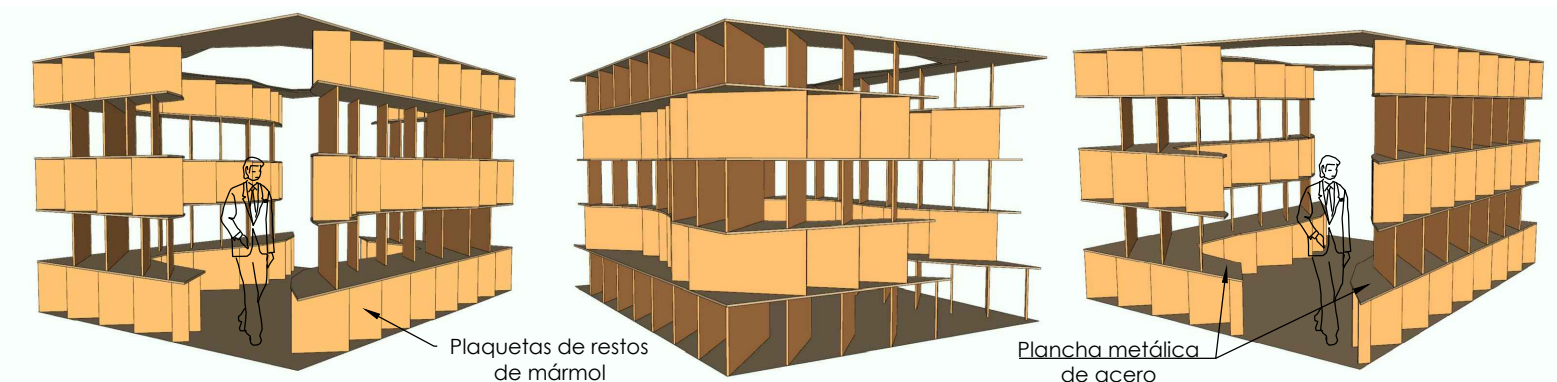


DIMENSIONES APROXIMADAS DE LAS PIEZAS

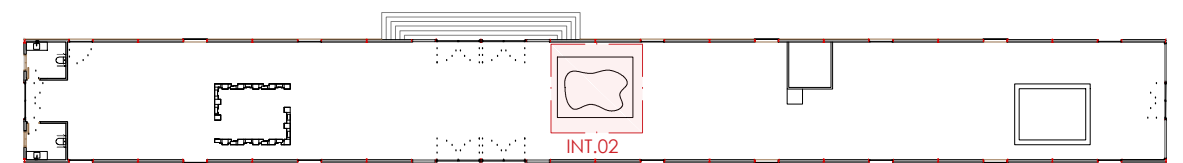


SUJECCIÓN ESTRUCTURAL (E 1/40)

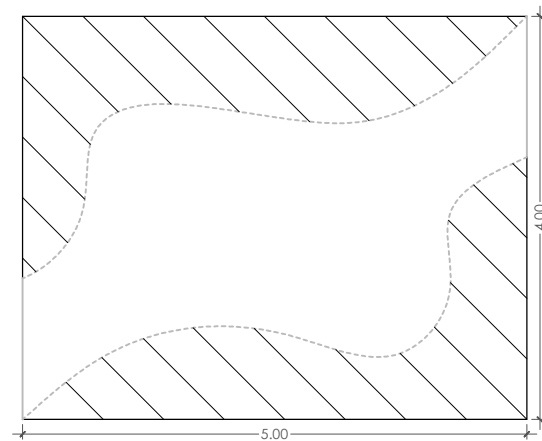
 <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</p>	
<p>PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA</p>	
<p>ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>
<p>ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA</p>	<p>ESCALA: 1/50</p>
<p>PLANO: DISEÑO ESTRUCTURAL 1</p>	<p>PLANO Nº: 07</p>



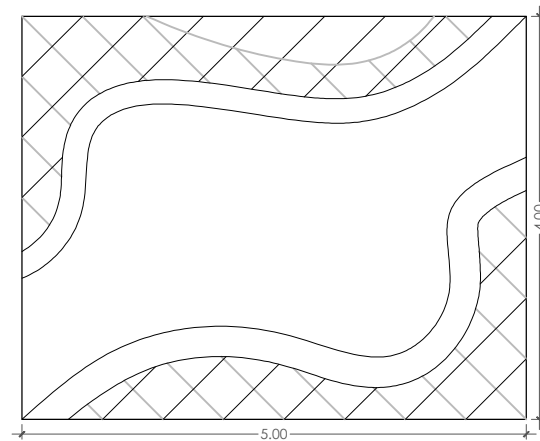
VISTAS ISOMÉTRICA



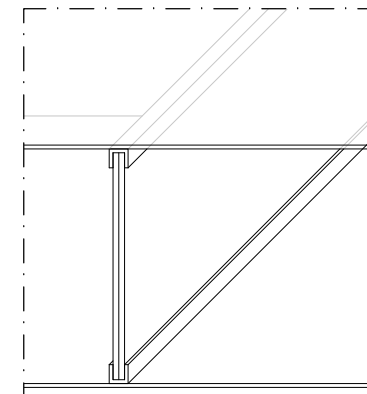
PRIMER PISO



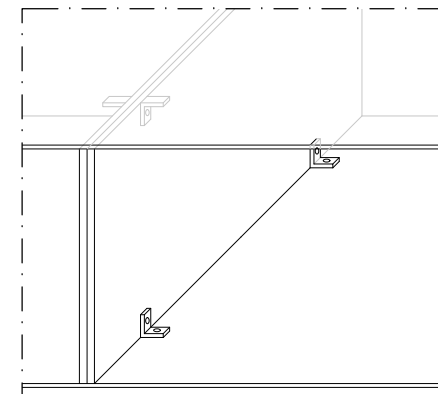
CUARTO PISO



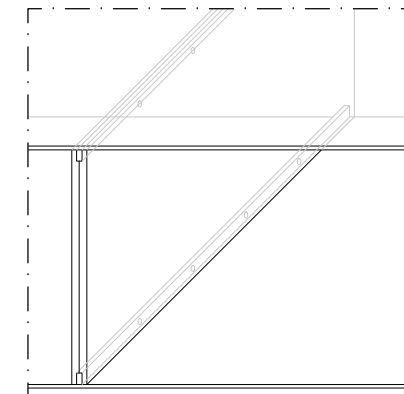
OPCIONES DE SUJECCIÓN DE LAS PIEZAS DE PIEDRA EN LAS BASES DE CHAPA METÁLICA



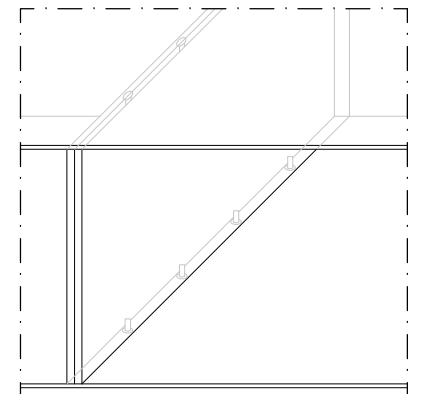
UNIÓN CONTINUA VISTA CON
PERFIL EN "U"



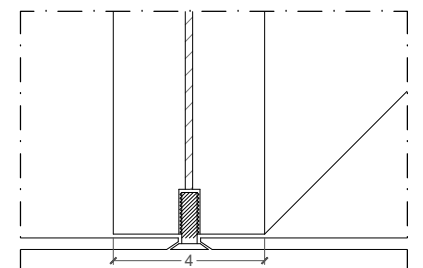
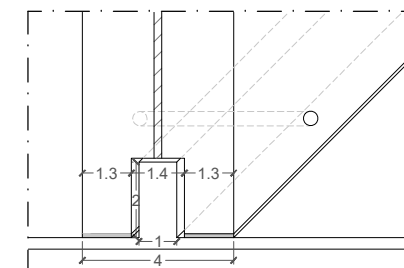
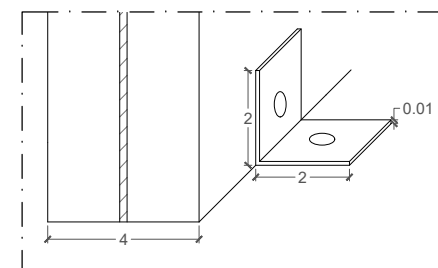
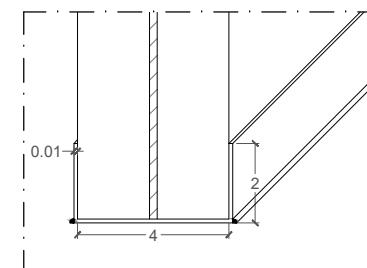
UNIÓN PUNTUAL VISTA CON
PERFIL EN "L"



UNIÓN CONTINUA OCULTA CON
PLETINA PEGADA CON EPOXI

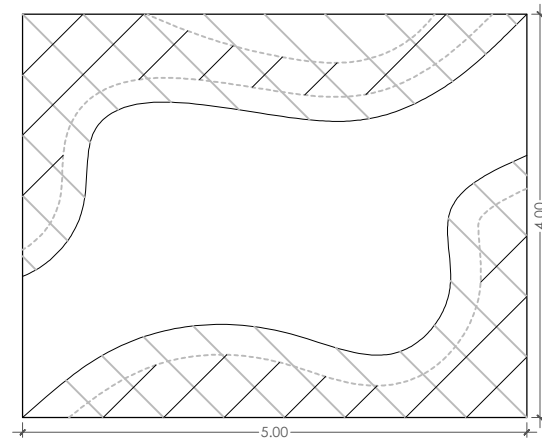


UNIÓN PUNTUAL OCULTA CON
TORNILLOS - CONECTORES

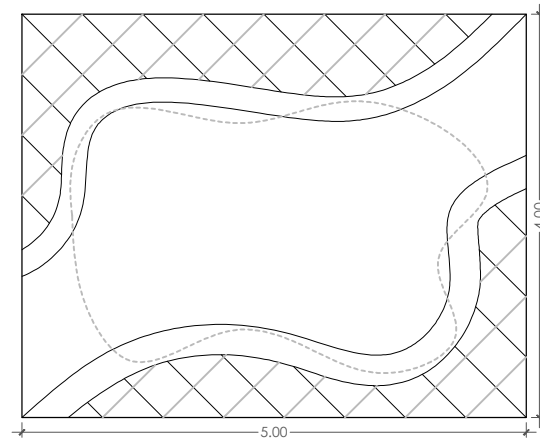


Unidades en cm

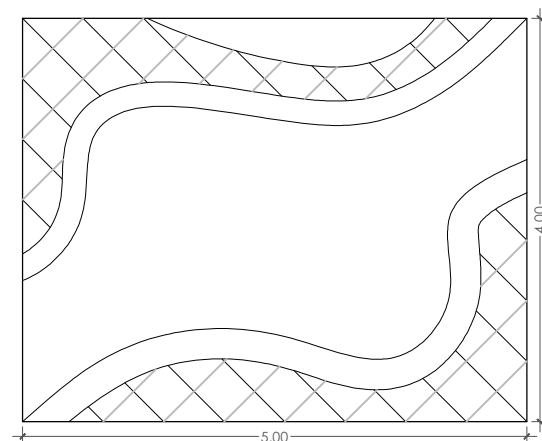
SEGUNDO PISO



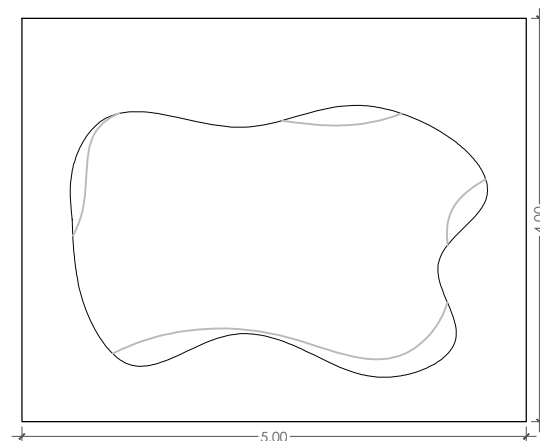
QUINTO PISO



TERCERO PISO




TECHO

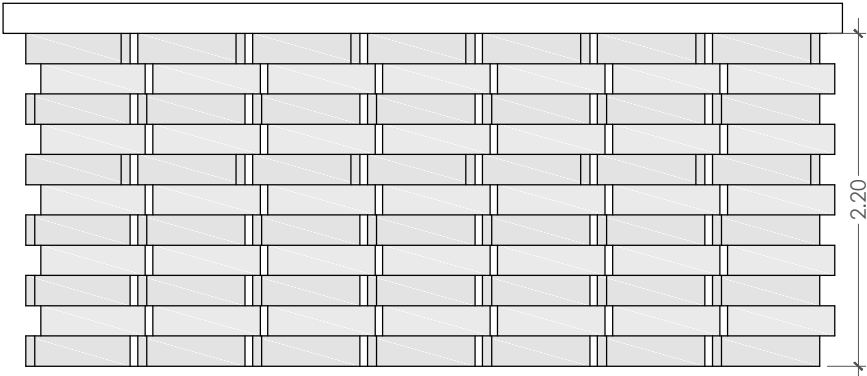


TIPOLOGÍA DE PLANTAS

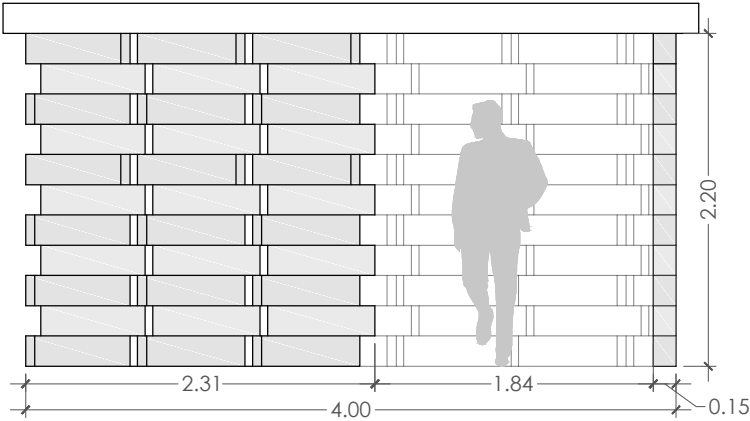


RESTOS DE PLAQUETAS

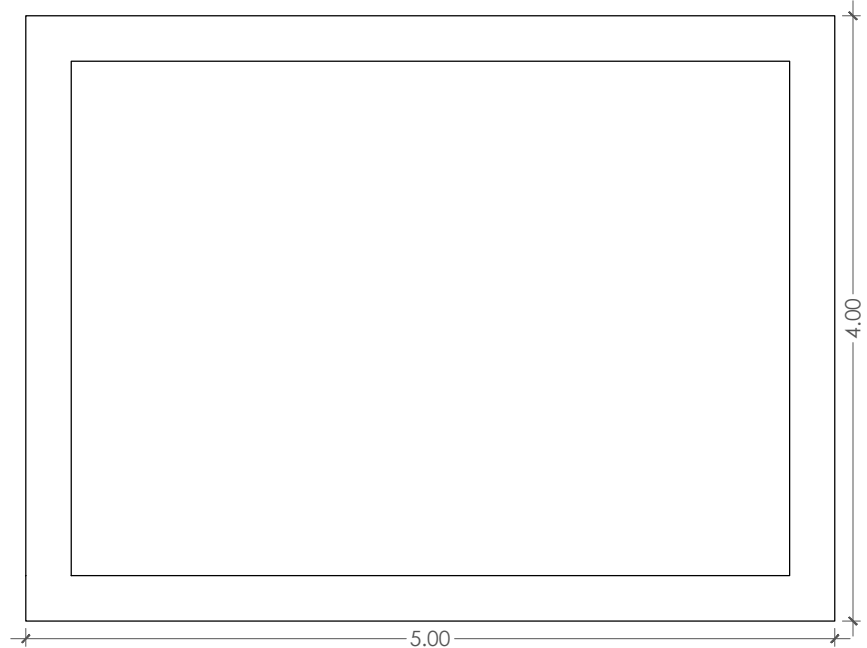
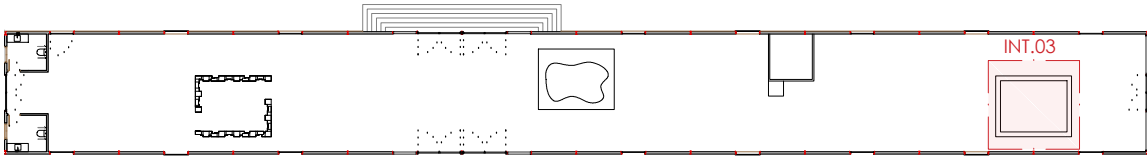
 <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</p>	
<p>PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA</p>	
<p>ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO</p>	<p>FECHA: JULIO 2021</p>
<p>ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA</p>	<p>ESCALA: 1/75</p>
<p>PLANO: DISEÑO ESTRUCTURAL 2</p>	<p>PLANO Nº: 08</p>



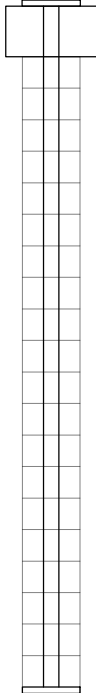
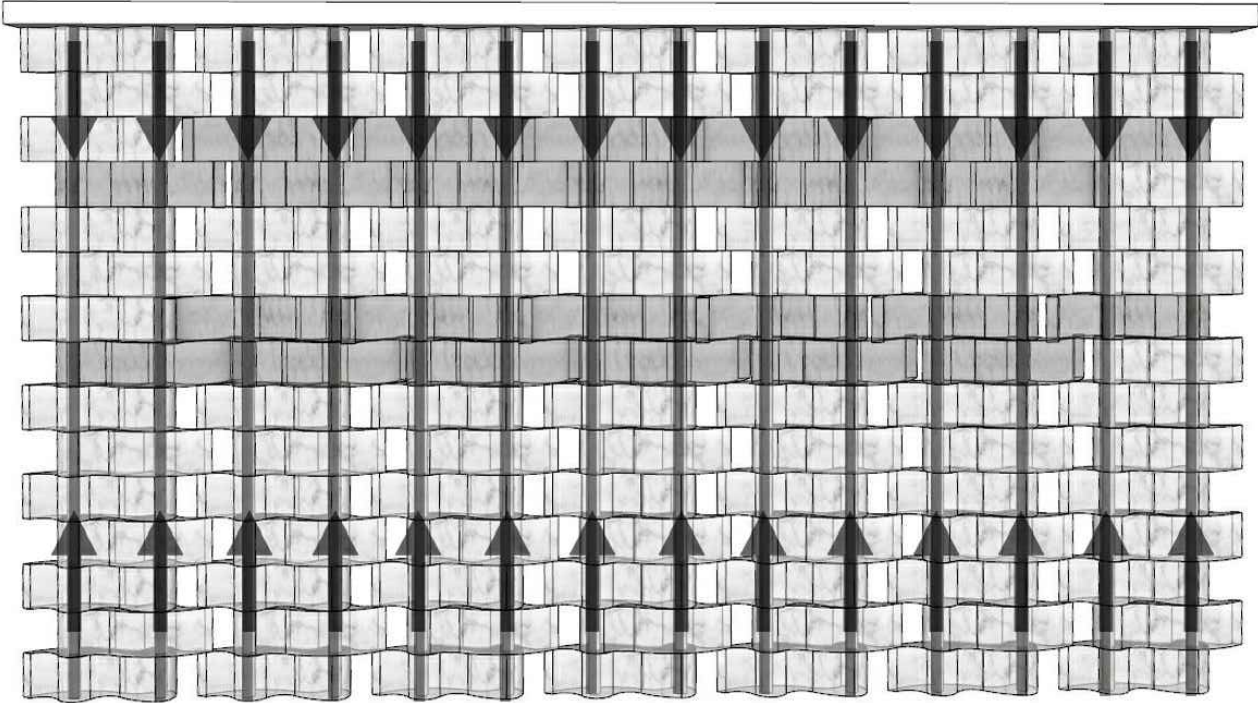
ALZADO LONGITUDINAL



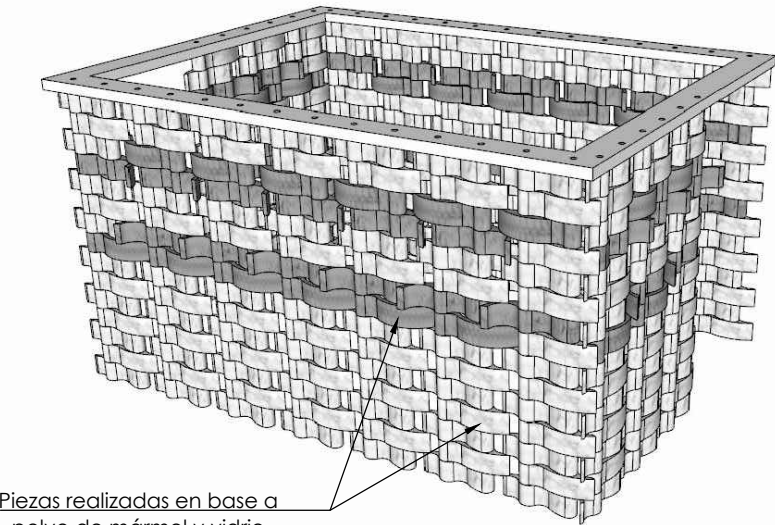
ALZADO TRANSVERSAL



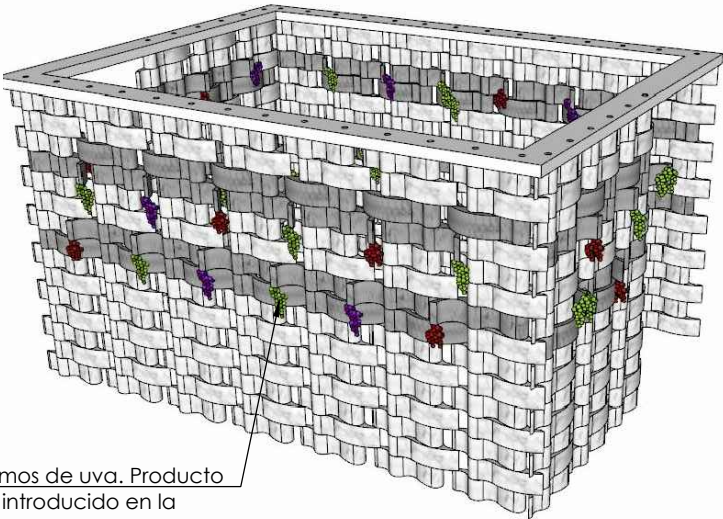
VISTA PLANTA



ESTRUCTURA INTERNA POSTENSADA

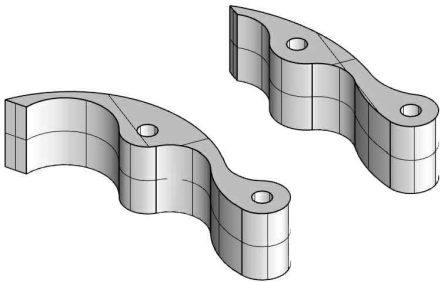


Piezas realizadas en base a polvo de mármol y vidrio reciclado



Racimos de uva. Producto introducido en la propia arquitectura

VISTAS ISOMÉTRICA



DISEÑO DE LAS PIEZAS

 <div>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR UNIVERSIDAD DE ALICANTE FUNDAMENTOS EN LA ARQUITECTURA</div>	
PROYECTO: REHABILITACIÓN MUELLE DE CARGA DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE NOVELDA	
ASIGNATURA: PROYECTO FINAL DE GRADO	FECHA: JULIO 2021
ALUMNO: JESSICA LÓPEZ POVEDA	ESCALA: 1/50
PLANO: DISEÑO ESTRUCTURAL 3	PLANO Nº: 09

ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DE LA EMPRESA BIGMAT DE TEJAS DE HORMIGÓN

TEJAS DE HORMIGÓN

TEJAS DE HORMIGÓN



DEFINICIÓN

Son elementos de cobertura, que se presentan con distintos perfiles, y que encajan con solapes longitudinales y transversales, a través de unos canales de ensamble. Sus formas geométricas, a modo de ondas facilitan la evacuación del agua. En los diferentes tipos de tejas, ya sean éstas de pizarra, cerámica, porcelana u hormigón, algo que se valora especialmente es que su diseño permita una óptima circulación del agua, evitando el estancamiento y sus efectos secundarios. Las tejas de hormigón son especialmente indicadas para desempeñar esta función, además de que una vez que se instalan apenas requieren cuidados específicos para su mantenimiento.

NORMATIVA

UNE EN 490 (ámbito europeo).

CARACTERÍSTICAS

- **Reacción al fuego:** Clase M0 (incombustible).
- **Resistencia a flexión:** 2000N ; 1400N para teja plana.
- **Heladicidad:** + de 25 ciclos de hielo-deshielo.
- **Conductividad Térmica:** 1,2 Kcal/m h°C.
- Absorción <10%

CLASIFICACIÓN DE LA TEJAS DE HORMIGÓN

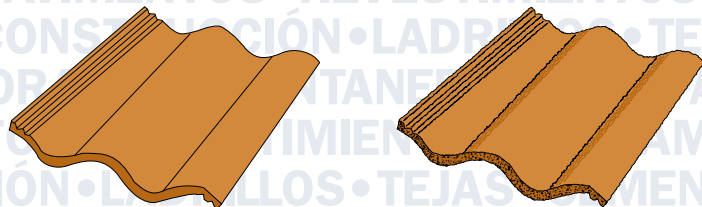
La variedad de fabricantes existentes en el mercado ofrecen una amplia gama de modelos de tejas de hormigón, pero en función del perfil transversal de la pieza se puede decir que existen los siguiente tipos:

PLANO - CURVO		CURVO		PLANO	
					
Las medidas mas habituales son: (variando según el fabricante)					
Ancho	420 mm	Ancho	420 mm	Ancho	420 mm
Largo	330 mm	Largo	250 mm	Largo	335 mm
Peso	4.5 kg	Peso	4.2 kg	Peso	5 kg
Ud/m²	10,5	Ud/m²	15,7	Ud/m²	10,5

ACABADOS

LISO

GRANULADO

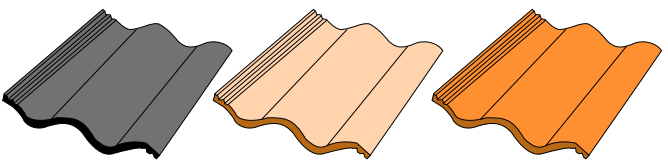
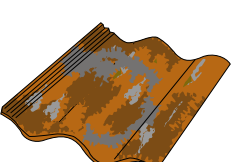
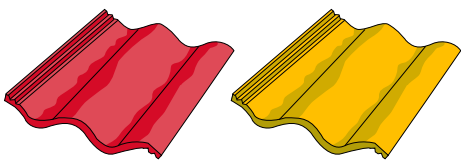


TEJAS DE HORMIGÓN

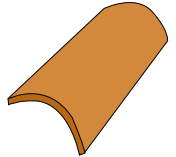
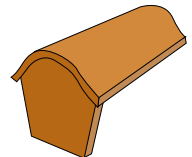
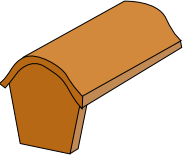
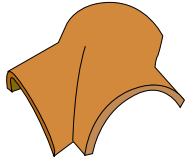
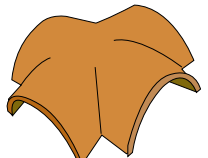
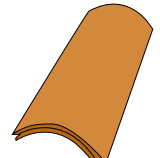
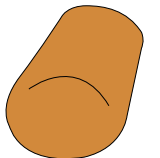
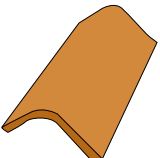
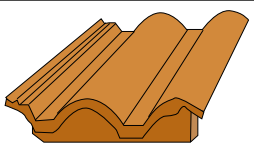
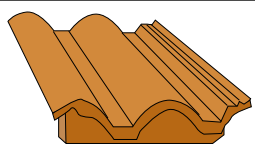
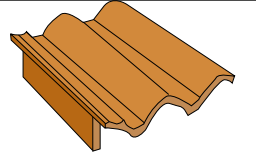
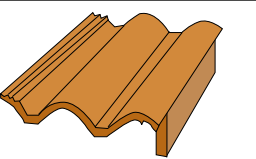
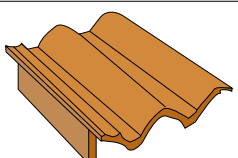
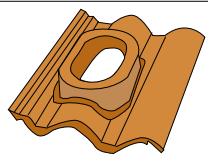
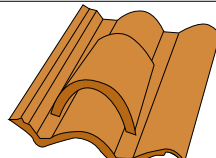
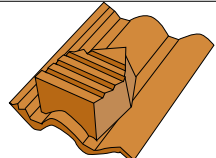
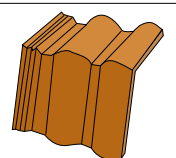
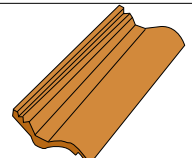
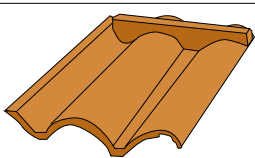
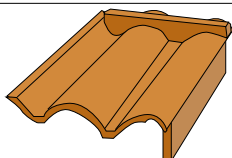
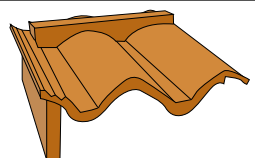
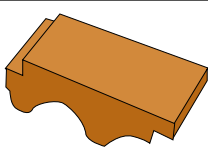
TEJAS DE HORMIGÓN

GAMA CROMÁTICA

La gama cromática también es muy amplia entre las tejas de hormigón, permitiendo así la posibilidad de realizar combinaciones muy interesantes y convirtiéndose a su vez en un elemento decorativo más de la propia casa.

UNIFORME	ENVEJECIDA	DEGRADADA
		

PIEZAS ESPECIALES

 Cumbreira	 Principio de cumbreira	 Final de cumbreira	 Encuentro a tres aguas
 Encuentro a cuatro aguas	 Limatesa	 Final de limatesa	 Remate angular
 Teja de alero	 Teja de alero remate lat. dcho.	 Teja de alero remate lat. izq.	 Teja remate lateral derecho
 Teja remate lateral izquierdo	 Teja soporte salida ventilacion	 Teja ventilacion	 Teja escalon
 Cambio de pendiente	 Media teja con ensamble	 Teja cierre de cumbreira	 Teja cierre de cumbreira lat. dch.
	 Teja cierre de cumbreira lat. Izq.	 Pieza cierre de cumbreira	

ANEXO 6: FICHA TÉCNICA DE LA EMPRESA COBERT DE TEJAS PLANAS CERÁMICAS.

características técnicas

Acabado:
ROJO



Tipo:	Plana marselesa
Instalación:	Juntas corridas (tresbolillo)
Dimensiones exteriores (cm):	43,2 x 26,2
Peso unitario (kg):	3,3
Número de tejas por m ² :	12,0 - 13,5
Peso por m ² (kg):	40 - 45 kg.
Paso longitudinal entre rastreles (cm):	33,0 - 37,0 (4 cm)
Paso frontal (cm):	22,2 (+5 mm)
Rastreles (ml/m ²):	2,6 - 3,0
Número de tejas por palet:	210
Peso por palet (kg):	715

Los valores que aparecen en este documento son nominales y respetan las tolerancias normativas.

Tejas Cobert se reserva el derecho a realizar cambios en las dimensiones, pesos y unidades por palet de sus productos sin previo aviso. Para más información, consultar las fichas técnicas actualizadas en www.tejascobert.com o en el Servicio de Atención a Clientes.



RESISTENCIA
AL HIELO



MUY BAJA
ABSORCIÓN



MÁXIMA
IMPERMEABILIDAD



ALTA RESISTENCIA
A LA FLEXIÓN

Garantía comercial

Nuestras tejas están garantizadas durante un periodo de tiempo desde la fecha de fabricación contra roturas, fisuras o exfoliaciones causadas exclusivamente por heladicidad, siempre que sean debidas únicamente a defectos de fabricación. La garantía otorgada se limita a la sustitución de las tejas defectuosas, mediante su suministro gratuito franco fábrica, por lo que en consecuencia no cubrirá los costes de retirada de las tejas defectuosas ni de transporte e instalación de las tejas sustitutivas, ni cualesquiera otros daños indirectos que hayan podido tener lugar.

Queda entendido que esta garantía no será de aplicación cuando la instalación de las tejas suministradas no se haya realizado con arreglo a nuestros Manuales de Instalación de Tejas y a la normativa de aplicación

en el lugar de instalación y, en especial, cuando no se haya dotado de la suficiente ventilación a la cubierta donde queden instaladas las tejas suministradas o cuando dicha cubierta no presente la inclinación debida. La garantía sólo será de aplicación tras el completo pago de las tejas suministradas y tras la oportuna verificación por nuestro personal de los defectos alegados y, para hacerla efectiva, es necesario hallarse en posesión del correspondiente certificado de garantía comercial debidamente sellado por la Compañía.

La garantía otorgada es una garantía comercial y, por tanto, independiente y autónoma de las garantías concedidas por la normativa legal aplicable.

ANEXO 7: LÁMINAS EXPLICATIVAS DEL ANÁLISIS PREVIO.

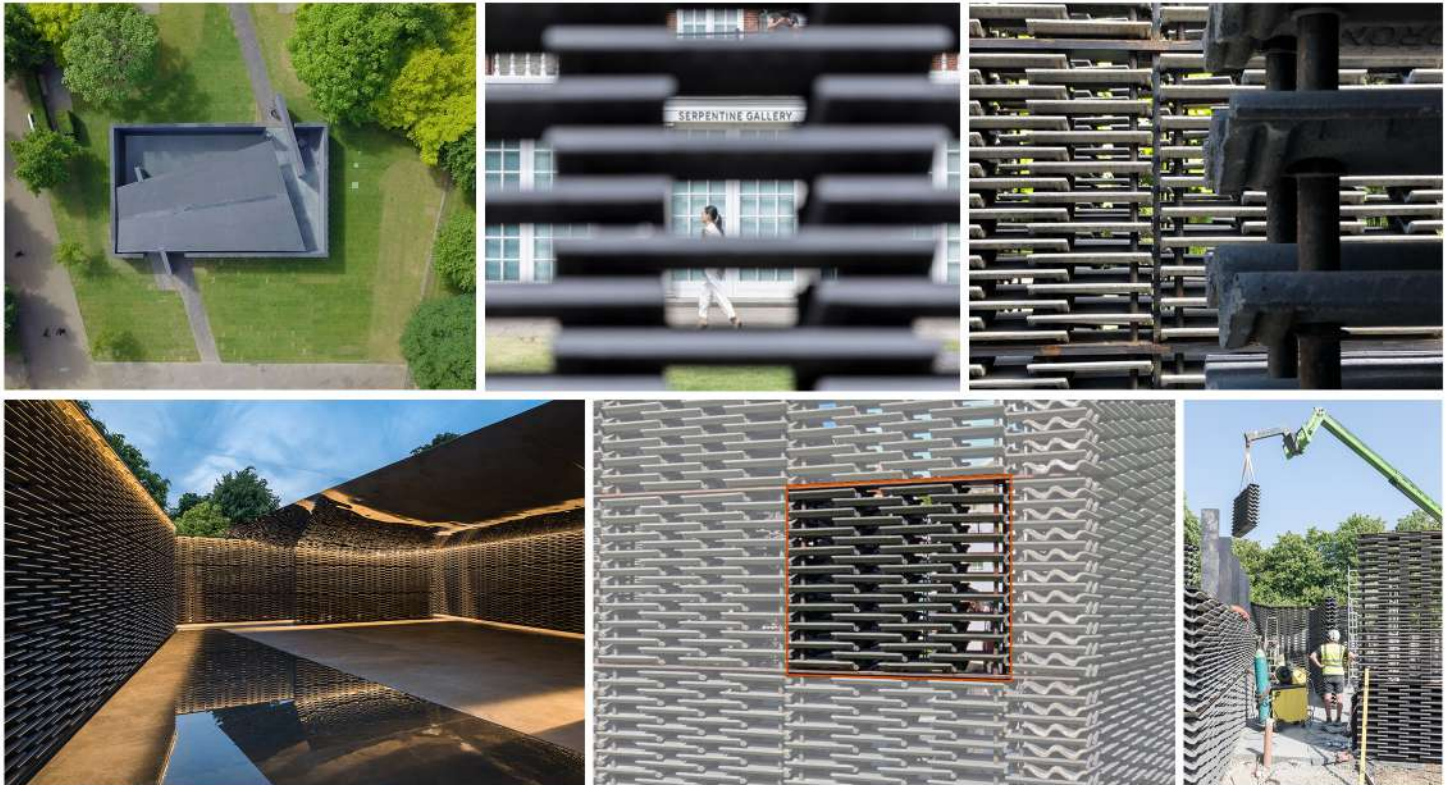
Introducción

El análisis estructural a explicar se une a mi Trabajo Final de Grado donde se realiza una investigación sobre la sostenibilidad y la valoración de los residuos en el sector de la construcción, remarcando la reutilización y reciclaje de materiales, la economía circular y la puesta en valor de edificaciones que en la actualidad se encuentran obsoletas.

Por esta razón en la asignatura de Proyectos de la Estructura analizaremos estructuralmente el Serpentine Pavilion 2018 de la arquitecta mejicana Frida Escobedo. La composición del pabellón mediante muros de carga convertidos en celosías formadas por un enrejado de tejas de cemento, difuminan el paisaje de Hyde Park, haciendo que en el interior se creen un juego de luces y sombras muy interesantes. Su construcción modular fue realizada en taller y posteriormente montada insitu. El pabellón forma un gran rectángulo en planta creando un patio interior limitado por unos muros en diagonal que te marcan los accesos y salidas.

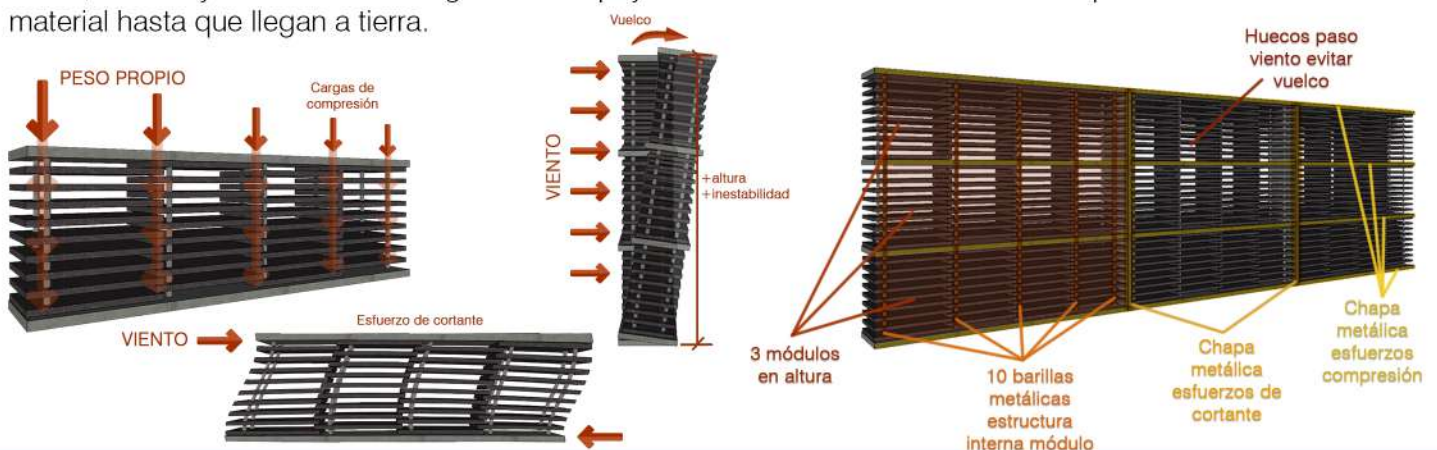


El empleo de pequeñas piezas pesadas conformando un muro de carga que crean una gran celosía, permitiendo la entrada de luz, ventilación y visión con el exterior me parece interesante para poderlo aplicar en mi intervención, en el Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda, con elementos reutilizados de la industria de la zona de la provincia de Alicante.



Análisis estructural

Previamente hay que conocer correctamente el funcionamiento estructural, ya que es el que se encarga de recibir, resistir y transmitir las cargas a los apoyos sin sufrir deformaciones incompatibles en relación con el material hasta que llegan a tierra.



MAQUETAS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS CON CERÁMICA

Para entender dicho comportamiento estructural hemos realizado una maqueta a escala 1/1. Para ello hemos querido elegir tejas cerámicas, ya que se trata de un material que tampoco soporta bien las cargas a compresión. Es por ello que igual que ocurre en el pabellón vamos a colocar un elemento horizontal con una pequeña área de sección transversal para soportar la fuerte compresión.



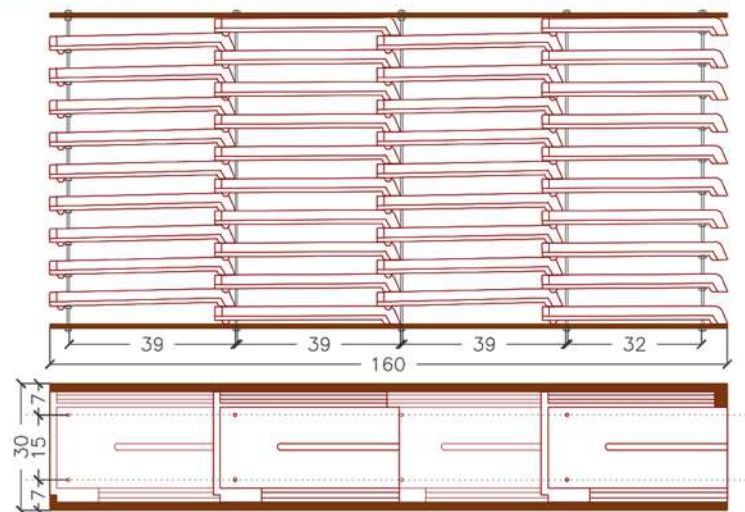
Si ahora analizamos una de las columnas que soportan el esfuerzo de compresión podemos simplificarlo en una viga con dos apoyos y dos cargas puntuales en cada extremo. Este sería el comportamiento de cada teja interna, un elemento horizontal que en sus extremos tiene una carga puntual del peso propio de las tejas superiores.



La teja actúa como de la misma forma que si fuera una viga biapoyada con dos cargas puntuales.



Transmisión de cargas puntuales (peso propio de las tejas).

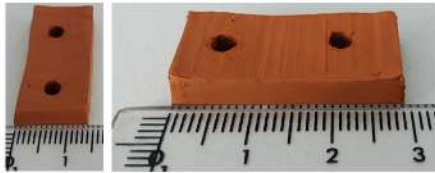
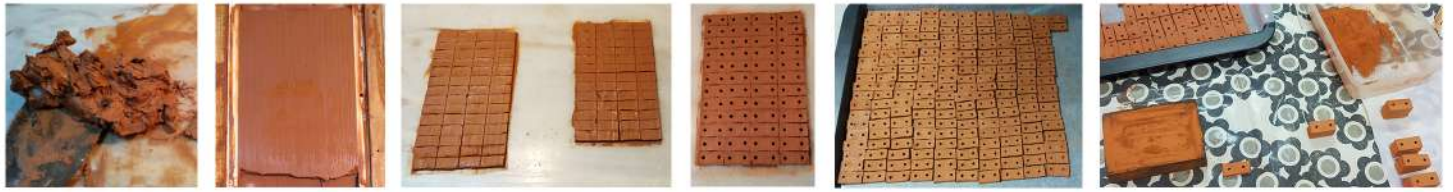


Al usar piezas reutilizadas de diferente fabricante las medidas no son las mismas, lo que provoca que la estructura interna metálica se deforme. Para corregirlo cada 25 cm (altura 3 tejas) se ha colocado un elemento que tensa y rigidiza dicha estructura, corrigiendo la deformación y permitiendo que los apoyos entre las piezas sean los deseados.

MAQUETAS ESTRUCTURALES

ANÁLISIS CON CERÁMICA

Luego como segundo análisis hemos querido experimentar con la fabricación de pequeñas piezas cerámicas a escala 1/10 donde hemos observado diferentes comportamientos estructurales.



Medidas piezas (cm) / Tolerancia ± 3 mm



Sin lijar.

Lijado

Previamente amasamos la arcilla natural y la extendimos en el molde, donde se le fue dividiendo las piezas con las medidas deseadas. Luego se le realizaron los huecos interiores para la estructura y se dejó secar durante unos días. De este modo fabricamos acerca de 250 piezas, que posteriormente se fueron lijando para eliminar los posibles desperfectos.

Una vez terminadas las piezas comenzamos a experimentar diferentes estructuras para ver el comportamiento de los elementos partiendo de un módulo base.



Como se observa en la **opción 1** la estructura está tensada, comprimiendo todas las piezas.

En la **opción 2** comprobamos que cuando en el muro se aumenta su base (forma curva o en zigzag) no es necesario ninguna pieza de tensión o compresión, ya que la estructura es autoportante.

Y, por último, en la **opción 3**, cuando un elemento es esbelto en comparación con otro alargado, su inestabilidad es mucho mayor, provocando un pandeo en la estructura.



Y para finalizar el análisis estructural cabe resaltar la fragilidad de la cerámica al aplicarle un esfuerzo de compresión.

La ventaja que tiene este material es su plasticidad, ya que al humedecerlo se puede volver a su estado de materia prima, lo que facilita su reciclaje.

Estructura en el proyecto arquitectónico

Jessica López Poveda

ANEXO 8: LÁMINAS EXPLICATIVAS DE LAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

ESPACIO INDUSTRIA MÁRMOL

MAQUETA 1 TFG | RESTOS LODOS DE CANTERA

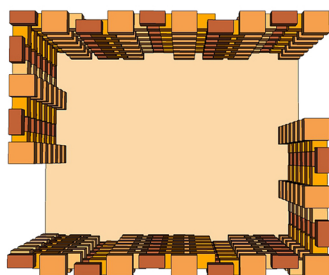
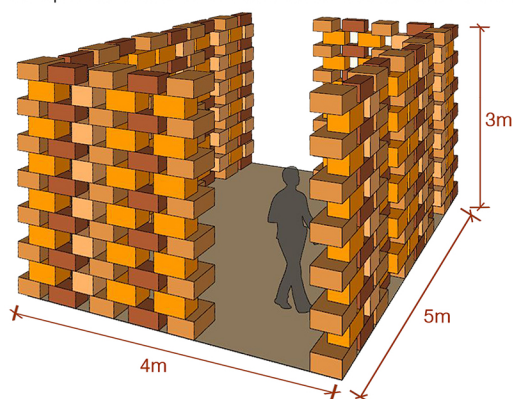
Introducción

El primer espacio estructural creado para nuestra intervención se creará a base de lodos de la cantera de Bateig, ubicada próxima al Muelle de Carga de la Estación de Novelda. Siguiendo el análisis estructural de la primera maqueta se trata de unos volúmenes pesados que van apoyando unos sobre otros creando una celosía.

Previamente se realizó una aproximación de las medidas deseadas para los espacios a crear (5x4x3 m) y se realizó un modelado 3D con esta primera idea. Una vez tuvimos el diseño se comenzó a pensar en la maqueta, que se realizará a escala 1/20.

Análisis estructural

La estructura se compone de una serie de sillerías de diferentes dimensiones y pesos, generando unos esfuerzos a compresión transmitiendo las cargas a los apoyos inferiores. Para aumentar su estabilidad estructural frente a vuelco interiormente se colocan unos redondos postensados mediante unas chapas en la base y la parte superior. La colocación de las piezas también está pensada, de forma que aunque no todas están alineadas a una cara su estabilidad sea la más adecuada.



Transmisión de cargas puntuales (peso propio de los lodos de mármol).
Estabilidad de las piezas en su colocación.

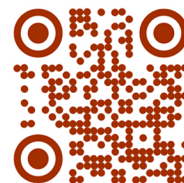


Estructura interna postensada.

Proceso maqueta

El material elegido para la maqueta ha sido la madera por las texturas que forma similares al mármol, su ligereza y su fácil corte. Se eligieron varios listones reutilizados, con diferentes secciones. Se marcaron todas las piezas con las medidas calculadas en el modelado previo, y se fueron cortando con la sierra de calar. Y por último, se fueron limando y pegando con cola blanca. En el siguiente QR podemos ver un breve video stop motion del proceso de maqueta.

Video del proceso



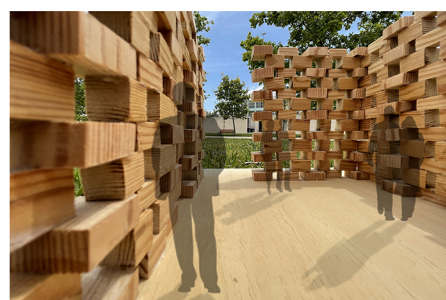
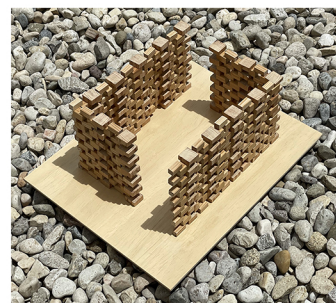
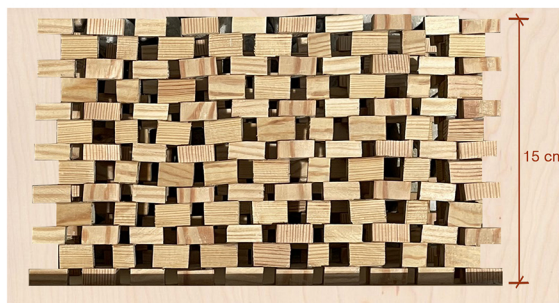
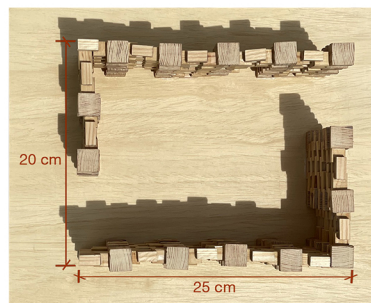
Tablero de madera marquetaria
(370 x 300 x 3 mm)



Listones de madera
(9 x 9 mm) (12 x 12 mm)
(20 x 17 mm)



Resultado final maqueta



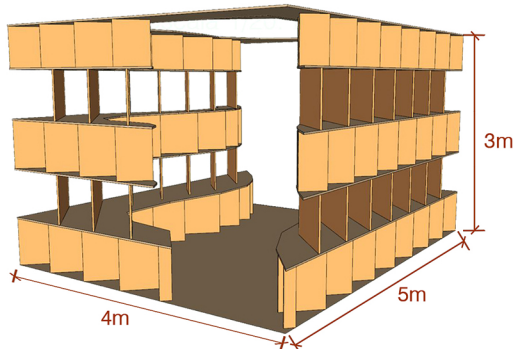
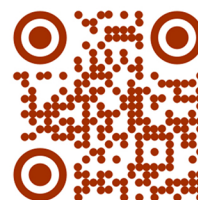
ESPACIO INDUSTRIA ESPECIAS

MAQUETA 2 TFG | RESTOS LOSAS DE MÁRMOL

Introducción

El segundo espacio estructural creado para nuestra intervención se creará a base de residuos de los talleres de mármol, donde crean objetos a partir de losas de mármol. Estos restos suelen tener un grosor de 2 a 4 cm teniendo gran variedad de texturas. Por el entorno del Muelle de Carga de la Estación de Novelda existen multitud de empresas de este tipo, donde podemos encontrar contenedores en el exterior con estos restos. Siguiendo el análisis estructural de la primera maqueta se trata de unos volúmenes pesados que van apoyando unos sobre otros creando una celosía.

Previamente se realizó una aproximación de las medidas deseadas para los espacios a crear (5x4x3 m) y se realizó un modelado 3D con esta segunda idea. Una vez tuvimos el diseño se comenzó a pensar en la maqueta, que se realizará a escala 1/20. Para el diseño se ha pensado en un uso para la industria de las especias de Carmencita (Novelda) o calzado (Elda - Petrer), por esta razón se buscaba una estructura donde exponer estos productos.



Análisis estructural

La estructura se compone de unas chapas metálicas horizontales que van separadas a través de unas piezas de mármol verticales con una inclinación que permite cierta visión entre ellas. Estas piezas van alternándose según los forjados hacia una dirección de 45°, de este modo se consigue que las cargas se repartan mejor hacia los apoyos inferiores. Todas ellas irán sujetas a las bases metálicas mediante un conector interno separado cada 15 cm (aproximadamente), tanto en la parte inferior como en la superior. De esta forma la sujeción oculta deja observar toda la pieza y sus diferentes texturas, dejando el diseño más elegante. El diseño en curva permite que en ciertas zonas se creen unos bancos de descanso o reunión. La pieza superior que cierra toda la estructura ayuda a que está sea más estable, y su apertura central permite observar la estructura de la propia edificación.

Video del proceso

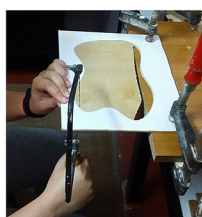
Proceso maqueta



Tablero de madera marquetería
(370 x 300 x 3 mm)



5 tableros de 20 x 25 cm
3 tiras de 4 m con ancho 3 cm



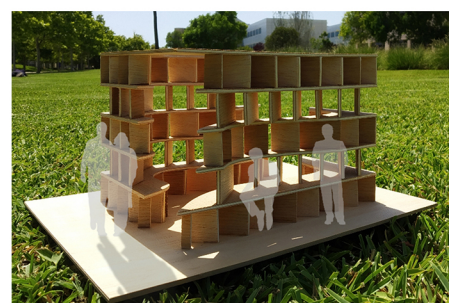
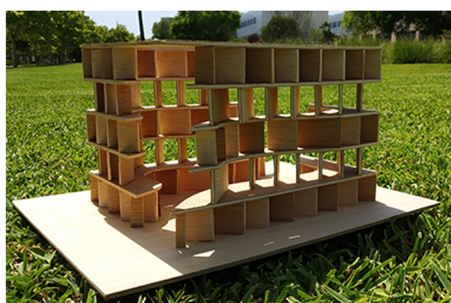
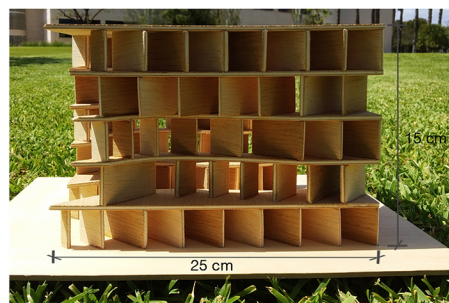
Piezas horizontales



Plantillas de las piezas a recortar
horizontales y verticales



Resultado final



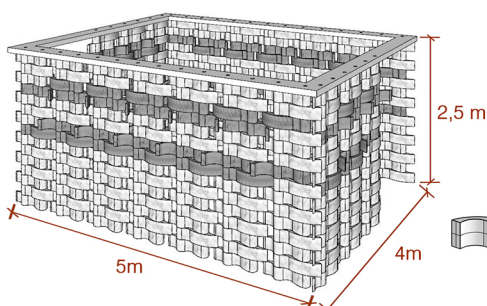
Introducción

El tercer espacio estructural creado para nuestra intervención se creará a base de polvo de mármol y de vidrio reciclado. Siguiendo el análisis estructural de la primera maqueta se trata de unos volúmenes pesados que van apoyando unos sobre otros creando una celosía.

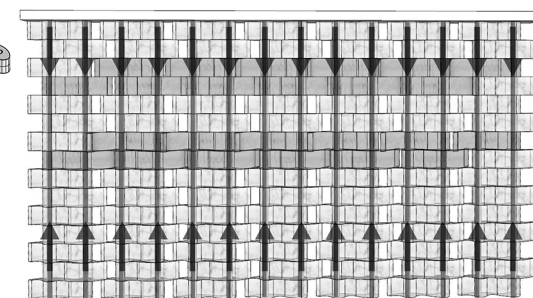
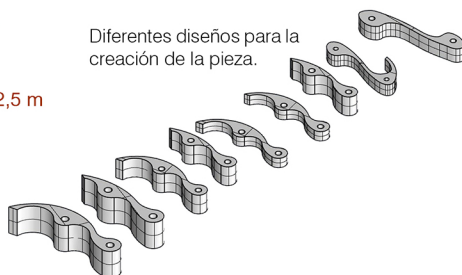
Previamente se realizó una aproximación de las medidas deseadas para los espacios a crear (5x4x3 m) y se realizó un modelado 3D con esta primera idea. Una vez tuvimos el diseño se comenzó a pensar en la maqueta, esta vez de una única pieza que se realizará a escala 2/1.

Análisis estructural

La estructura se compone de una serie de piezas pesadas creadas con una mezcla de polvo de mármol, polvo de vidrio y aglomerante (cola blanca). De modo que genera unos esfuerzos a compresión transmitiendo las cargas a los apoyos inferiores. Para aumentar su estabilidad estructural frente a vuelco interiormente se colocan unos redondos postensados mediante unos redondos sujetos desde la base a la coronación superior. La forma de la pieza esta pensada para permitir la visión, la ventilación y las más oscuras para colgar los productos.



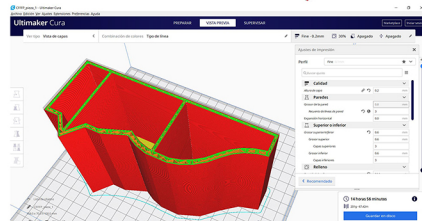
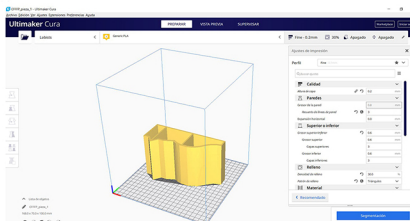
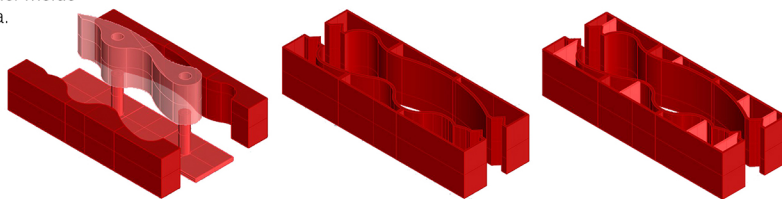
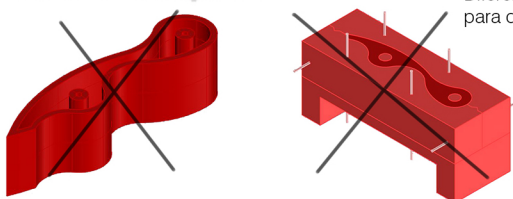
Diferentes diseños para la creación de la pieza.



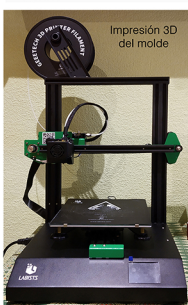
Estructura interna postensada.

Proceso maqueta

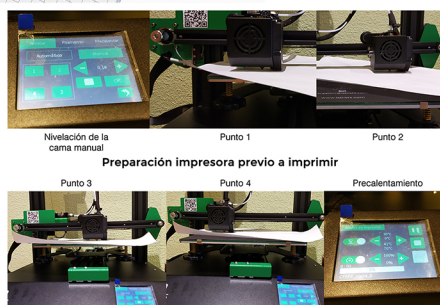
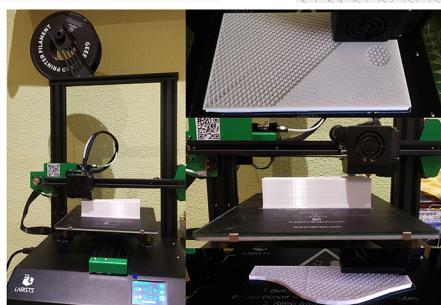
Diferentes diseños del molde para obtener la pieza.



Una vez tenemos el molde creado y fraccionado para poder imprimirlo con las medidas de la impresora 3D separamos las piezas por archivos y los introducimos en el programa informático Ultimaker Cura. En total necesitamos nueve piezas impresas para montar el molde completo, utilizando 1217 g de PLA (ácido poliláctico).



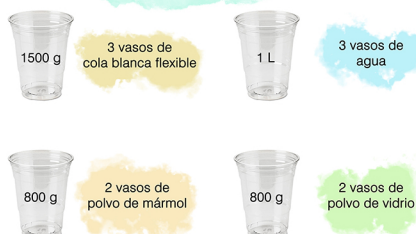
Impresión 3D del molde



Preparación impresora previo a imprimir

Para poder imprimir las piezas previamente hay que calibrar correctamente la impresora y precalentarla. Una vez comienza a imprimir hay que observar que todo va correcto, y si no fuera así hay que cancelarlo y comenzar desde el principio. Una vez tenemos el molde creamos la mezcla y sacamos la pieza.

DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA



Preparación de la mezcla



Preparación del molde para el vertido de la mezcla



Vertido realizado y ahora a esperar a que fragüe



Desmontaje del molde para la obtención de la pieza



Pieza final



Video del proceso

ANEXO 9: FICHA TÉCNICA DEL MÁRMOL CREMA MARFIL

Resistencia a la flexión bajo carga concentrada EN 12372:2006 Flexural strength	
Valor medio de la resistencia a la exión, \bar{R}_{tf} Mean value of flexural strength	9,8 MPa
Desviación estándar, s Standard deviation	2,3 MPa
Valor inferior esperado, E Lower expected value	5,6 MPa
Carga de rotura para anclajes - Ensayo de identificación EN 13364:2001 Breaking load at dowel hole	
Valor medio de la carga de rotura, \bar{F} Mean Value of breaking load	2100 N
Desviación estándar, s Standard deviation	350 N
Valor inferior esperado, E Lower expected value	1512 N
Valor medio del espesor de arranque, \bar{d}_1 Mean value of breaking thickness	11,1 mm
Valor medio de las máximas longitudes de fractura, \bar{b}_A Mean value of maximum fracture lengths	47,8 mm
Absorción de agua por capilaridad EN 1925:1999 Water absorption by capillarity	0,529 g/m ² s _{0,5}
Resistencia al envejecimiento por choque térmico. (Variación del módulo de elasticidad dinámico EN 14146:2004 y de la resistencia a la flexión EN 12372:2006 tras 20 ciclos de choque térmico) EN 14066:2013 excepto apdos: 9.3 y 9.4 Resistance to ageing by thermal shock	
Valor medio de la resistencia a la flexión, F_r Mean value of flexural strength	9,8 MPa
Desviación estándar, s Standard deviation	2,3 MPa
Valor medio de la resistencia a la flexión después de 20 ciclos, F_r Mean value of flexural strength after 20 cycles	8,8 MPa
Desviación estándar, s Standard deviation	2,6 MPa
Disminución de la resistencia a la flexión tras 20 ciclos Decrease of flexural strength after 20 cycles	-10,20%
ASTM C1353/C1353M-15a Standard test method for abrasion resistance of dimension stone subjected to foot trac using a rotary platform abraser. Valor medio del índice de resistencia a la abrasión - Average value of abrasion resitance index.	24,4
<p>Los ensayos tecnológicos que dan soporte a los valores aquí declarados han sido realizados en un laboratorio, Centro Tecnológico del Mármol, con acreditación ENAC nº373/LE817. Estos ensayos pueden ser consultados bajo requerimiento de las empresas asociadas a MÁRMOL DE ALICANTE, ASOCIACIÓN DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.</p> <p>The technological tests that support the values declared here have been carried out in a laboratory, Marble Technology Center, with ENAC accreditation nº373/LE817. These tests can be consulted at the request of companies associated with MARMOL DE ALICANTE, ASSOCIATION OF THE VALENCIAN COMMUNITY.</p>	

Características físico mecánicas principales del material - Natural Stone Petrographic examination
CREMA MARFIL

Exámen patrogáfico EN 12407:2007 Petrographic examination	Caliza-wackestone /Biomicrita Lime-wackestone / Biomicrite
Absorción de agua a presión atmosférica EN 13755:2008 Water absorption	0,40%
Densidad aparente y porosidad abierta EN 1936:2007 Apparent density and open porosity	2680 kg/m3 y 1%
Resistencia a la abrasión: método A (Capón) EN 14157:2017 Abrasion resistance (Capon Method)	
Valor medio de las longitudes de las huellas. Mean value of groove length.	19,00 mm
Desviación estándar Standard deviation	0,6 mm
Valor máximo esperado, E _H Higher expected value	20,5 mm
Resistencia a la heladicidad: Ensayo tecnológico EN 12371:2010 (Disminución de la resistencia a la flexión bajo carga concentrada EN 12372:2006 tras 56 ciclos hielo/deshielo) Frost resistance (Technological test)	
Valor medio de la resistencia a la flexión, F _o Mean value of flexural strength	9,8 MPa
Desviación estándar, s Standard deviation	2,3 MPa
Valor medio de la resistencia a la flexión después de 56 ciclos, F ₅₆ Mean value of flexural strength after 56 cycles	9,6 MPa
Desviación estándar, s Standard deviation	1,5 MPa
Disminución de la resistencia a la flexión tras 56 ciclos Decrease of flexural strength after 56 cycles	2,0%
Resistencia a la compresión EN 1926:2006 Compressive strength	
Valor medio de la resistencia a la compresión, R Mean value of compressive strength	169 MPa
Desviación estándar, s Standard deviation	17 MPa
Coefficiente de variación, v Coefficient of variation	0,10
Valor inferior esperado, E Lower expected value	136 MPa

ÍNDICE DE FIGURAS⁴

<i>Figura 1. Comparación entre extensión de terreno con la población (2020). Autor: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat. ⁽²⁾</i>	12
<i>Figura 2. Comparación de residuos total con los RCD (2018). Autor: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat. ⁽²⁾</i>	12
<i>Figura 3. Generación de residuos en la Unión Europea (2018). Autor: Elaboración propia a partir de los datos de Eurostat. ⁽²⁾</i>	12
<i>Figura 4. Vertedero ilegal en Sax (Alicante). Autor: Elaboración propia.</i>	13
<i>Figura 5. Esquema jerarquía de gestión de residuos. Autor: Elaboración propia.</i>	13
<i>Figura 6. Esquema ciclo de vida lineal y circular. Autor: Elaboración propia</i>	14
<i>Figura 7. Esquema a seguir economía circular. Autor: Elaboración propia.</i>	16
<i>Figura 8. Tejas planas para reutilizar del año 1985.</i>	18
<i>Figura 9. Restos de mármol (Novelda). Autor: Elaboración propia.</i>	20
<i>Figura 10. Muelle de Carga de la Estación de Ferrocarril de Novelda. Autor: Elaboración propia</i>	30
<i>Figura 11. Piezas extraídas de la cantera de Piedra Bateig (Novelda)</i>	31
<i>Figura 12. Captura extraída de Google Earth. Autor: Elaboración propia a partir de Google Earth.</i>	32
<i>Figura 13. Fachada principal de Kurhapiés. Autor: Elaboración propia</i>	32
<i>Figura 14. Captura extraída de Google Earth. Autor: Elaboración propia a partir de Google Earth.</i>	33
<i>Figura 15. Fachada principal de la nave. Autor: Elaboración propia</i>	33
<i>Figura 16. Captura extraída de Google Earth. Autor: Elaboración propia a partir de Google Earth.</i>	35
<i>Figura 17. Estructura metálica unida mediante bulones. Autor: Elaboración propia.</i>	36
<i>Figura 18. Vista exterior del Muelle de Mercancías. Autor: Elaboración propia.</i>	36
<i>Figura 19. Imagen del uso actual de la Estación de Novelda-Aspe. Autor: Elaboración propia.</i>	38
<i>Figura 20. Muelle de mercancías de la Estación de Novelda. Autor: Elaboración propia.</i>	42
<i>Figura 21. Línea del tiempo de evolución del transporte ferroviario. Autor: Elaboración propia</i>	43
<i>Figura 22. Mapa situación de la estación de Novelda con respecto a Novelda - Monforte del Cid - Autovía de Alicante. Autor: Elaboración propia.</i>	44
<i>Figura 23. Marquesina de hierro fundido de finales del siglo XIX. Autor: Elaboración propia.</i>	45
<i>Figura 24. Cerchas Polonceau estado actual. Autor: Elaboración propia.</i>	47
<i>Figura 25. Unión mediante roblones. Autor: Elaboración propia.</i>	47
<i>Figura 26. Escombrera ubicada en Sax dirección Salinas. Autor: Elaboración propia.</i>	48
<i>Figura 27. Escombrera ubicada en Sax dirección Salinas. Autor: Elaboración propia.</i>	48
<i>Figura 28. Sanitarios abandonados en medio de la naturaleza. Autor: Elaboración propia.</i>	49
<i>Figura 29. Montañas de escombros entre vegetación. Autor: Elaboración propia.</i>	49
<i>Figura 30. Escombros entre la naturaleza. Autor: Elaboración propia.</i>	49
<i>Figura 31. Restos de uralita. Autor: Elaboración propia.</i>	49
<i>Figura 32. Zona de vertedero con los carteles publicitarios al fondo. Autor: Elaboración propia.</i>	49
<i>Figura 33. Restos de cartones y basura en la naturaleza. Autor: Elaboración propia.</i>	49
<i>Figura 34. Muebles, ropa y cartones desechados en zonas naturales. Autor: Elaboración propia.</i>	49
<i>Figura 35. Contenedor de residuos de una reforma. Autor: Elaboración propia.</i>	50

<i>Figura 36. Aspecto casa desde la carretera. Autor: Elaboración propia.</i>	51
<i>Figura 37. Vista fachada principal de la vivienda en ruinas. Autor: Elaboración propia.</i>	51
<i>Figura 38. Vista lateral. Fuente: Elaboración propia.</i>	51
<i>Figura 39. Vista de como la naturaleza se funde con la arquitectura abandonada. Autor: Elaboración propia.</i>	51
<i>Figura 40. Tres casas en proceso de ruina. Autor: Elaboración propia.</i>	52
<i>Figura 41. Tres casas en proceso de ruina. Autor: Elaboración propia.</i>	52
<i>Figura 42. Primera casa en avanzado estado de ruina. Autor: Elaboración propia.</i>	52
<i>Figura 43. Segunda casa en proceso de ruina. Autor: Elaboración propia.</i>	52
<i>Figura 44. Vista lateral de la vivienda donde se observan los materiales en el exterior. Autor: Elaboración propia.</i>	52
<i>Figura 45. Vista fachada principal de la vivienda de 1930 donde se observan los materiales en el exterior. Autor: Elaboración propia.</i>	52
<i>Figura 46. Nave abandonada en la avenida Denia de Alicante. Autor: Elaboración propia.</i>	54
<i>Figura 47. Vista por la zona trasera del Hotel. Autor: Elaboración propia.</i>	54
<i>Figura 48. Vista por la fachada principal del Hotel. Autor: Elaboración propia.</i>	54
<i>Figura 49. Restos de residuos de la cantera. Autor: Elaboración propia.</i>	58
<i>Figura 50. Despunte y bolos de cantera. Autor: Elaboración propia.</i>	59
<i>Figura 51. Grúa para descargar los bloques de la cantera. Autor: Elaboración propia.</i>	60
<i>Figura 52. Guías y rotondas en el suelo y carros para movimiento e introducción de los bloques. Autor: Elaboración propia.</i>	60
<i>Figura 53. Máquina de corte del bloque a placas. Autor: Elaboración propia.</i>	60
<i>Figura 54. Robot de corte según medidas programadas. Autor: Elaboración propia.</i>	60
<i>Figura 55. Máquina perfiladora de bordes. Autor: Elaboración propia.</i>	60
<i>Figura 56. Máquina realizando hendiduras. Autor: Elaboración propia.</i>	60
<i>Figura 57. Operario puliendo la pieza final. Autor: Elaboración propia.</i>	61
<i>Figura 58. Cambio entre pieza pulida y sin pulir. Autor: Elaboración propia.</i>	61
<i>Figura 59. Piezas terminadas listas para embalar y llevar a obra. Autor: Elaboración propia.</i>	61
<i>Figura 60. Depósitos de reutilización del agua. Autor: Elaboración propia.</i>	61
<i>Figura 61. Depósitos de reciclaje del agua. Autor: Elaboración propia.</i>	61
<i>Figura 62. Cinta transportadora de restos de piedra. Autor: Elaboración propia.</i>	61
<i>Figura 63. Carro de recogida de residuos de piedra natural. Autor: Elaboración propia.</i>	61
<i>Figura 64. Zona de escombros y residuos. Autor: Elaboración propia.</i>	62
<i>Figura 65. Restos generados la mañana del lunes. Autor: Elaboración propia.</i>	62
<i>Figura 66. Casquillos, marmolina y polvo de mármol. Autor: Elaboración propia.</i>	62
<i>Figura 67. Montañas de residuos inertes de la industria del mármol. Autor: Elaboración propia.</i>	62
<i>Figura 68. Tierra extraída previa. Autor: Elaboración propia.</i>	62
<i>Figura 69. Espacio ya rehabilitado y revitalizado. Autor: Elaboración propia.</i>	62
<i>Figura 70. Estructura de cuchillos Polonceau. Autor: Elaboración propia.</i>	65
<i>Figura 71. Articulación cercha apoyo tipo 1, con rigidez en la unión empotrada. Autor: Elaboración propia.</i>	65
<i>Figura 72. Instalación de luz por el interior. Autor: Elaboración propia.</i>	65
<i>Figura 73. Articulación cercha apoyo tipo 2, sin rigidez en la unión empotrada. Autor: Elaboración propia.</i>	65
<i>Figura 74. Esquema funcionamiento estructural. Autor: Elaboración propia.</i>	65
<i>Figura 75. Cubierta metálica a dos aguas de palastro ondulado. Autor: Elaboración propia.</i>	66

Figura 76. Fachadas de mampostería. Autor: Elaboración propia.....	66
Figura 77. Detalle del tipo de mampostería. Autor: Elaboración propia	66
Figura 78. Pavimento de bloque de piedra Bateig. Autor: Elaboración propia.....	66
Figura 79. Pavimento de azulejo cerámico. Autor: Elaboración propia	66
Figura 80. Zona interior con forjado de cañizo. Autor: Elaboración propia	67
Figura 81. Hueco del forjado de cañizo. Autor: Elaboración propia.....	67
Figura 82. Detalle del forjado de cañizo. Autor: Elaboración propia	67
Figura 83. Acabado interior deteriorado. Autor: Elaboración propia	67
Figura 84. Acabado interior de mortero de cal blanco. Autor: Elaboración propia	67
Figura 85. Carpintería interior de aluminio con hojas correderas. Autor: Elaboración propia	67
Figura 86. Carpintería de madera vista interior. Autor: Elaboración propia	67
Figura 87. Carpintería de madera con vidrio interior. Autor: Elaboración propia	67
Figura 88. Puerta exterior para carga y descarga de mercancías. Autor: Elaboración propia	68
Figura 89. Vista interior de la puerta de carga y descarga de mercancías. Autor: Elaboración propia	68
Figura 90. Barandilla interior en hueco de la puerta para las mercancías. Autor: Elaboración propia	68
Figura 91. Cabina de peso de mercancías. Autor: Elaboración propia.....	68
Figura 92. Mapa del Medio Vinalopó con las industrias más destacadas. Autor: Elaboración propia.	69
Figura 93. Conexión muelle con zona de la Estación. Autor: Elaboración propia	72
Figura 94. Zona de jardín en la parte trasera. Autor: Elaboración propia	73
Figura 95. Rampas en la actualidad que desvinculan las edificaciones. Autor: Elaboración propia	73
Figura 96. Espacio trasero vallado con grava y vegetación. Autor: Elaboración propia.....	73
Figura 97. Zona de paso a las vías. Autor: Elaboración propia	73
Figura 98. Fachada norte llena de grafitis. Autor: Elaboración propia	74
Figura 99. Fachada sur con algún grafiti. Autor: Elaboración propia	74
Figura 100. Zona hastial fachada este. Autor: Elaboración propia.....	74
Figura 101. Zona hastial fachada oeste. Autor: Elaboración propia.....	74
Figura 102. Pasos que seguir para mejorar el estado de la estructura metálica actual. Autor: Elaboración propia	75
Figura 103. Celosía lateral donde colocar un vidrio interior. Autor: Elaboración propia	75
Figura 104. Estructura interior metálica. Autor: Elaboración propia.....	75
Figura 105. Vista del exterior de la cubierta actual con zonas oxidadas. Autor: Elaboración propia.....	76
Figura 106. Vista interior de la cubierta actual con goteras. Autor: Elaboración propia	76
Figura 107. Pavimento actual de piedra Bateig. Autor: Elaboración propia.	77
Figura 108. Portón original del muelle de mercancías. Autor: Elaboración propia.	78
Figura 109. Esquemas análisis estructural. Autor: Elaboración propia.....	81
Figura 110. Dibujo previo de la maqueta a construir.	82
Figura 111. Materiales utilizados para realizar la maqueta 1/1. Autor: Elaboración propia.....	82
Figura 112. Esquema simplificado del esfuerzo que soporta una teja. Autor: Elaboración propia ..	83
Figura 113. Apoyo entre las piezas de la maqueta. Autor: Elaboración propia	83
Figura 114. Tensor interno para corregir deformación. Autor: Elaboración propia.	83
Figura 115. Vista frontal de la maqueta 1/1 de tejas cerámicas. Autor: Elaboración propia	84
Figura 116. Vista lateral de la maqueta 1/1 de tejas cerámicas. Autor: Elaboración propia.....	84
Figura 117. Proceso de creación de las piezas cerámicas con arcilla. Autor: Elaboración propia.....	84

<i>Figura 118. Piezas rotas al aplicarle compresión. Autor: Elaboración propia.</i>	85
<i>Figura 119. Módulo base. Autor: Elaboración propia</i>	84
<i>Figura 120. Estructura tensada a sus extremos. Autor: Elaboración propia</i>	85
<i>Figura 121. Estructura en curva o zig-zag. Autor: Elaboración propia.</i>	85
<i>Figura 122. Estructura esbelta en comparación con alargada. Autor: Elaboración propia.</i>	85
<i>Figura 123. Maqueta entrega con el análisis de la cerámica sometida a compresión pura. Autor: Elaboración propia.</i>	86
<i>Figura 124. Volumetría con las medidas. Autor: Elaboración propia.</i>	87
<i>Figura 125. Vista en planta del espacio. Autor: Elaboración propia.</i>	87
<i>Figura 126. Estructura interna postensada comprimiendo las piezas. Autor: Elaboración propia.</i>	87
<i>Figura 127. Esquema pieza base para los cálculos. Autor: Elaboración propia.</i>	88
<i>Figura 128. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza inclinada. Autor: Elaboración propia.</i>	88
<i>Figura 129. Piezas de mármol Carrara. Autor: Elaboración propia.</i>	89
<i>Figura 130. Ángulo de caída superficie rugosa - rugosa. Autor: Elaboración propia.</i>	89
<i>Figura 131. Ángulo de caída superficie rugosa - lisa. Autor: Elaboración propia.</i>	89
<i>Figura 132. Ángulo de caída superficie lisa - lisa. Autor: Elaboración propia.</i>	89
<i>Figura 133. Esquema estructura postensada y medidas en altura, marcando la fuerza horizontal que establece la normativa. Autor: Elaboración propia.</i>	90
<i>Figura 134. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza. Autor: Elaboración propia.</i>	91
<i>Figura 135. Esquema fuerzas de compresión aplicadas en superficie de mármol. Autor: Elaboración propia.</i>	91
<i>Figura 136. Materiales y proceso de realización de la maqueta. Autor: Elaboración propia.</i>	93
<i>Figura 137. Vista en planta de la maqueta con las medidas. Autor: Elaboración propia.</i>	93
<i>Figura 138. Vista en alzado de la maqueta con la altura. Autor: Elaboración propia.</i>	93
<i>Figura 139. Vista en isométrica de la maqueta sobre césped. Autor: Elaboración propia.</i>	93
<i>Figura 140. Vista en isométrica de la maqueta sobre grava. Autor: Elaboración propia.</i>	93
<i>Figura 141. Fotomontaje exterior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.</i>	94
<i>Figura 142. Fotomontaje interior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.</i>	94
<i>Figura 143. Video del proceso de construcción de la maqueta de la intervención estructural 1. Autor: Elaboración propia</i>	94
<i>Figura 144. Volumetría con las medidas. Autor: Elaboración propia.</i>	95
<i>Figura 145. Esquema básico del cálculo a realizar.</i>	96
<i>Figura 146. Modelo geométrico 3D en AutoCAD. Autor: Elaboración propia</i>	96
<i>Figura 147. Modelo geométrico 3D en AutoCAD. Autor: Elaboración propia</i>	97
<i>Figura 148. Modelo base en SAP. Autor: Elaboración propia.</i>	97
<i>Figura 149. Datos de la chapa metálica. Autor: Elaboración propia.</i>	98
<i>Figura 150. Datos del mármol. Autor: Elaboración propia.</i>	98
<i>Figura 151. Asignación de los materiales a cada placa. Autor: Elaboración propia.</i>	99
<i>Figura 152. Espesor de la chapa metálica. Autor: Elaboración propia.</i>	99
<i>Figura 153. Espesor plaqueta de mármol. Autor: Elaboración propia.</i>	99
<i>Figura 154. Apoyos de la estructura. Autor: Elaboración propia.</i>	99
<i>Figura 155. Carga de peso propio. Autor: Elaboración propia.</i>	100
<i>Figura 156. Sobrecarga de uso. Autor: Elaboración propia.</i>	100

Figura 157. Combinación de acciones ELU. Autor: Elaboración propia.	100
Figura 158. Combinación de acciones ELS. Autor: Elaboración propia.	100
Figura 159. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	102
Figura 160. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	102
Figura 161. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	102
Figura 162. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	102
Figura 163. Tensiones máximas, máximas tracciones en la chapa de acero (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	103
Figura 164. Tensiones máximas, máximas tracciones en las plaquetas de mármol (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	103
Figura 165. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la chapa de acero (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	103
Figura 166. Tensiones mínimas, máximas compresiones en las plaquetas de mármol (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	103
Figura 167. Desplazamientos según los ejes globales de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.	104
Figura 168. Superposición de la forma curva de la intervención y el modelo simplificado para el cálculo. Autor: Elaboración propia.	104
Figura 169. Modelo simplificado con las diagonales de las piezas y la discretización. Autor: Elaboración propia.	104
Figura 170. Nivel 1 realizado con sus dimensiones y sus placas. Autor: Elaboración propia.	105
Figura 171. Nivel 2 realizado con sus dimensiones y sus placas. Autor: Elaboración propia.	105
Figura 172. Modelo simplificado creado en AutoCAD. Autor: Elaboración propia.	105
Figura 173. Modelo simplificado creado en AutoCAD. Autor: Elaboración propia.	105
Figura 174. Modelo definido en SAP 2000. Autor: Elaboración propia.	105
Figura 175. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	106
Figura 176. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	106
Figura 177. Tensiones máximas, máximas tracciones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	106
Figura 178. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la estructura (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	107
Figura 179. Tensiones máximas, máximas tracciones en la chapa de acero (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	107
Figura 180. Tensiones mínimas, máximas compresiones en la chapa de acero (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	108
Figura 181. Tensiones máximas, máximas tracciones en las plaquetas de mármol (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	108
Figura 182. Tensiones mínimas, máximas compresiones en las plaquetas de mármol (N/mm ²). Autor: Elaboración propia.	108

<i>Figura 183. Desplazamientos según el eje global X de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.</i>	109
<i>Figura 184. Desplazamientos según el eje global Y de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.</i>	110
<i>Figura 185. Desplazamientos según el eje global Z de la estructura (mm). Autor: Elaboración propia.</i>	110
<i>Figura 186. Desplazamientos según el eje global X de la chapa de acero (mm). Autor: Elaboración propia.</i>	111
<i>Figura 187. Desplazamientos según el eje global X de la plaqueta de mármol (mm). Autor: Elaboración propia.</i>	111
<i>Figura 188. Desplazamientos según el eje global Y de la plaqueta de mármol (mm). Autor: Elaboración propia.</i>	111
<i>Figura 189. Esquema composición de piezas verticales de piedra (2+2cm). Autor: Elaboración propia.</i>	112
<i>Figura 190. Diseño en curva con banco continuo interior y otro exterior. Autor: Elaboración propia.</i>	115
<i>Figura 191. Muestras de madera de catálogo. Autor: Elaboración propia.</i>	115
<i>Figura 192. Prueba de corte de una pieza de muestra de madera. Autor: Elaboración propia.</i>	115
<i>Figura 193. Materiales y proceso de realización de la maqueta. Autor: Elaboración propia.</i>	116
<i>Figura 194. Vista en lateral de la maqueta con las medidas. Autor: Elaboración propia.</i>	116
<i>Figura 195. Vista en alzado de la maqueta con la altura. Autor: Elaboración propia.</i>	116
<i>Figura 196. Vista superior donde se observa el manco lateral. Autor: Elaboración propia.</i>	117
<i>Figura 197. Vista de la maqueta a escala 1/20. Autor: Elaboración propia.</i>	117
<i>Figura 198. Fotomontaje exterior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.</i>	117
<i>Figura 199. Fotomontaje exterior con siluetas para observar la escala humana. Autor: Elaboración propia.</i>	117
<i>Figura 200. Video del proceso de construcción de la maqueta de la intervención estructural 1. Autor: Elaboración propia.</i>	117
<i>Figura 201. Polvo de mármol. Autor: Elaboración propia.</i>	118
<i>Figura 202. Primeros bocetos de la pieza. Autor: Elaboración propia.</i>	118
<i>Figura 203. Primeros bocetos del conjunto de piezas. Fuente: Elaboración propia.</i>	118
<i>Figura 204. Piezas creadas con sus medidas. Autor: Elaboración propia.</i>	119
<i>Figura 205. Volumetría con las medidas. Autor: Elaboración propia.</i>	119
<i>Figura 206. Colocación de las piezas. Autor: Elaboración propia.</i>	119
<i>Figura 207. Estructura interna postensada comprimiendo las piezas. Autor: Elaboración propia.</i>	119
<i>Figura 208. Polvo de mármol machacado. Autor: Elaboración propia.</i>	120
<i>Figura 209. Polvo de vidrio reciclado. Autor: Elaboración propia.</i>	120
<i>Figura 210. Cola blanca flexible. Autor: Elaboración propia.⁽³⁶⁾</i>	120
<i>Figura 211. Ideas previas al molde creado. Autor: Elaboración propia.</i>	120
<i>Figura 212. Impresora 3D utilizada para crear el molde. Autor: Elaboración propia.</i>	121
<i>Figura 213. Molde hueco interiormente con la hendidura en cuña. Autor: Elaboración propia.</i>	121
<i>Figura 214. Molde hueco con los refuerzos interiores. Autor: Elaboración propia.</i>	121
<i>Figura 215. Pieza introducida en el programa Cura. Autor: Elaboración propia.</i>	122
<i>Figura 216. Segmentación creada de la pieza en Cura. Autor: Elaboración propia.</i>	122

<i>Figura 217. Preparación de la impresora previo a sacar cualquier pieza. Autor: Elaboración propia</i>	122
<i>Figura 218. Impresión de pieza en altura. Autor: Elaboración propia.</i>	123
<i>Figura 219. Impresión de la capa exterior de la pieza. Autor: Elaboración propia</i>	123
<i>Figura 220. Impresión del relleno interno de la pieza. Autor: Elaboración propia.</i>	123
<i>Figura 221. Error de impresión por mala calibración de la cama. Autor: Elaboración propia.</i>	123
<i>Figura 222. Molde final. Autor: Elaboración propia.</i>	123
<i>Figura 223. Polvo de mármol dado con grandes gránulos. Autor: Elaboración propia</i>	124
<i>Figura 224. Polvo de mármol machacado. Autor: Elaboración propia</i>	124
<i>Figura 225. Muestras realizadas para comprobar la resistencia y dureza de la mezcla.</i>	124
<i>Figura 226. Dosificación de la mezcla creada. Autor: Elaboración propia.</i>	125
<i>Figura 227. Preparación de molde para el vertido de la mezcla. Autor: Elaboración propia</i>	125
<i>Figura 228. Preparación de la mezcla. Autor: Elaboración propia</i>	125
<i>Figura 229. Vertido realizado y ahora a esperar a que fragüe. Autor: Elaboración propia</i>	125
<i>Figura 230. Desmontaje del molde para la obtención de la pieza. Autor: Elaboración propia</i>	125
<i>Figura 231. Pieza final vista en planta. Autor: Elaboración propia</i>	125
<i>Figura 232. Pieza final vista en latera. Autor: Elaboración propia</i>	125
<i>Figura 233. Primera prueba rota. Autor: Elaboración propia</i>	126
<i>Figura 234. Peso de la pieza creada. Autor: Elaboración propia</i>	126
<i>Figura 235. Esquema pieza base para los cálculos. Autor: Elaboración propia.</i>	126
<i>Figura 236. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza inclinada. Autor: Elaboración propia.</i>	127
<i>Figura 237. Esquema estructura postensada y medidas en altura, marcando la fuerza horizontal que establece la normativa. Autor: Elaboración propia.</i>	127
<i>Figura 238. Esquema básico para marcar las fuerzas que actúan en la pieza. Autor: Elaboración propia.</i>	128
<i>Figura 239. Esquema fuerzas de compresión aplicadas en superficie de mármol. Autor: Elaboración propia.</i>	129
<i>Figura 240. Video del proceso de construcción de la maqueta de la intervención estructural 1. Autor: Elaboración propia</i>	130
<i>Figura 241. Pavimento de terrazo a base de reutilización de piedras. Autor: Elaboración propia.</i>	132
<i>Figura 242. Tipos de fachada de piedra triturada reciclada. Autor: Elaboración propia.</i>	132

⁴ Se nombra como “Figuras” a las fotografías, dibujos y esquemas hechos por elaboración propia

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES⁵

Ilustración 1. Demolición del tinglado de la Estación de Ferrocarril de Alicante (2012). ⁽¹⁾	8
Ilustración 2. Valoración de RCD. ⁽²⁾	15
Ilustración 3. Metales preparados para reciclar. ⁽³⁾	18
Ilustración 4. Residuos de madera en RCD. ⁽⁴⁾	19
Ilustración 5. Pared de botellas recicladas. ⁽⁵⁾	19
Ilustración 6. Cableado de cobre recubierto de plástico PVC para reciclar. ⁽⁶⁾	20
Ilustración 7. Viviendas antiguas Ningbó. ⁽⁷⁾	21
Ilustración 8. Casco antiguo Ningbó. ⁽⁸⁾	21
Ilustración 9. Museo de historia de Ningbó. ⁽⁹⁾	22
Ilustración 10. Fachada Museo de historia de Wang Shu. ⁽¹⁰⁾	22
Ilustración 11. Técnica artesana china “muro de wapan”. ⁽¹¹⁾	22
Ilustración 12. Escuela sostenible Michael Reynolds. Fuente: Earthship Biotecture	23
Ilustración 13. Construcción escuela sostenible. Autor: Lorena Presno.	23
Ilustración 14. Ejecución muro contorno y estructura de madera. Autor: Lorena Presno.	23
Ilustración 15. Michael Reynolds ejecutando un pilar. Fuente: Earthship Biotecture	23
Ilustración 16. Invernadero escuela. Fuente: Earthship Biotecture	24
Ilustración 17. Interior aulas. Autor: Lorena Presno.	24
Ilustración 18. Vidrieras con botellas de vidrio. Fuente: Earthship Biotecture	24
Ilustración 19. Fachada fábrica de ladrillo cara vista que se mantiene. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	25
Ilustración 20. Estrategia de proyecto. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	26
Ilustración 21. Fotografías del estado anterior y actual. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	26
Ilustración 22. Fotografía del estado anterior y actual donde se observa la estructura de madera que es una translación de las antiguas estructuras de acero usadas como estanterías para el almacenaje de hilos. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	26
Ilustración 23. Vestíbulo central unión espacio público con privado. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	27
Ilustración 24. Relación interior - exterior a través de los huecos de fachada. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	27
Ilustración 25. Separación entre construcción existente y nueva. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	27
Ilustración 26. Viviendas pasantes. Autor: Roldán + Berengué, arqts.	27
Ilustración 27. La conservera tras su rehabilitación. Autor: David Frutos	28
Ilustración 28. Fachadas con revestimiento metálico inclinadas. Autor: David Frutos	28
Ilustración 29. Interior de nave de exposición. Autor: David Frutos	29
Ilustración 30. Fachada principal Fábrica de Harinas “El Carmen”. ⁽¹²⁾	34
Ilustración 31. Postal del interior de la Fábrica de Harinas. ⁽¹³⁾	34
Ilustración 32. Fachada principal Bodega Cooperativa de Monóvar. Fuente: Bloc Monóver. Autor: Gines Serrello.	35
Ilustración 33. Vista interior nave con estructura de madera. Fuente: Rincones de Monovar (Facebook).	36
Ilustración 34. Vista interior nave con estructura metálica. Fuente: Rincones de Monovar. (Facebook).	36

Ilustración 35. Azulejos de la Estación de Ferrocarril de Aranjuez. Autor: Ángel Serrano Sánchez de León.....	40
Ilustración 36. Locomotora MZA 668. Fuente: Archivo Histórico Ferroviario.....	40
Ilustración 37. Estación de Alicante, primera clase. ⁽¹⁴⁾	41
Ilustración 38. Vista general del edificio de viajeros de Novelda, segunda clase. (1946) Fuente: AHF-MFM (Ribera Colomer, Francisco).....	41
Ilustración 39. Estación de tren Sax, tercera clase. (1858) Autor: Jean Laurent	41
Ilustración 40. Estación de la Colonia de Santa Eulalia, cuarta clase. (1868) Autor: Alberto Ochoa García.....	41
Ilustración 41. Muelle de mercancías de la estación de Novelda. (1946) Fuente: AHF-MFM (Ribera Colomer, Francisco).....	43
Ilustración 42. Estación de Novelda (2019). ⁽¹⁵⁾	45
Ilustración 43. Plano de la modificación del edificio de la estación de Novelda. (1890) Fuente: Archivo patrimonial de ADIF.	46
Ilustración 44. Vista vivienda desde la esquina. Autor: Rafael Berná Mirambell.....	53
Ilustración 45. Fachada principal con acceso a la vivienda. Autor: Rafael Berná Mirambell.....	53
Ilustración 46. Pavimento de baldosa hidráulica antiguo a recuperar. Autor: Rafael Berná Mirambell	53
Ilustración 47. Forjados de cañizo en mal estado. Autor: Rafael Berná Mirambell.....	53
Ilustración 48. Escalera de madera y cerámica a recupera. Autor: Rafael Berná Mirambell	53
Ilustración 49. Trituración y fragmentación de metales. ⁽¹⁶⁾	56
Ilustración 50. Evolución recepciones de madera Tecmasa. ⁽¹⁷⁾	57
Ilustración 51. Cantera de Piedra Bateig situada entre Novelda y Elda. ⁽¹⁸⁾	59
Ilustración 52. Empresa de especias Novelda. ⁽¹⁹⁾	70
Ilustración 53. Cartel I Exposición de Mármol en Novelda (1970). ⁽²⁰⁾	71
Ilustración 54. Uva cultivada en Novelda. Autor: Leticia Sala.	71
Ilustración 55. Embolsado de la uva en el mes de Julio. ⁽²¹⁾	71
Ilustración 56. Vista interior de celosía con botellas de vino. ⁽²²⁾	74
Ilustración 57. Vista exterior de celosía con botellas de vino. ⁽²³⁾	74
Ilustración 58. Restauración y rehabilitación del Mercado del Born de Barcelona. Cubierta ejemplo a la que proponemos. ⁽²⁴⁾	77
Ilustración 59. Pieza de pavimento de madera creada a base de madera reciclada. Autor: Elaboración propia.	77
Ilustración 60. Aspecto del aislante interior de lana de oveja. ⁽²⁵⁾	78
Ilustración 61. Subestructura formada por madera y lana de oveja. ⁽²⁶⁾	78
Ilustración 62. Propuesta de acabado interior de tableros de madera reutilizados. ⁽²⁷⁾	78
Ilustración 63. Serpentine Pavilion 2018. ⁽²⁸⁾	79
Ilustración 64. Composición mediante módulos. Fuente: Designboom.....	79
Ilustración 65. Celosía creada entre las piezas. Autor: Laurian Ghinitoiu.....	79
Ilustración 66. Estructura interna de hierro macizo para evitar que colapse el muro. Fuente: Designboom.....	79
Ilustración 67. Módulos sujetos con estructura interna y plancha de unión metálica. ⁽²⁹⁾	80
Ilustración 68. Pilar unión dos módulos. ⁽²⁹⁾	80
Ilustración 69. Imagen de restos de lodos de la cantera. ⁽³⁰⁾	86
Ilustración 70. Figura esquemática del diseño que se debe aplicar para evitar pandeo. ⁽³¹⁾	92
Ilustración 71. Restos de plaquetas de mármol de diferentes texturas. ⁽³²⁾	94
Ilustración 72. Perfil en forma de "U". ⁽³³⁾	112

<i>Ilustración 73. Perfil en forma de “L”, angular.</i> ⁽³⁴⁾	113
<i>Ilustración 74. Detalle sujeción fachada ventilada.</i> ⁽³⁵⁾	113
<i>Ilustración 75. Figura esquemática del diseño que se debe aplicar para evitar pandeo.</i> ⁽³¹⁾	130
<i>Ilustración 76. Carbonato cálcico en polvo.</i> ⁽³⁷⁾	131

⁵ Se nombra como “Ilustraciones” a las fotografías, dibujos y esquemas realizados por terceros.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)	90
Tabla 2. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)	90
Tabla 3. Resistencia a compresión de la piedra Crema Marfil. (Petrographic et al., 2017)	91
Tabla 4. Tabla de coeficientes parciales de seguridad del CTE DBSE-F (Ministerio de Fomento., 2019)	92
Tabla 5. Tabla de peso específico de materiales y elementos del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)	98
Tabla 6. Resistencia a compresión de la piedra Crema Marfil. (Petrographic et al., 2017)	101
Tabla 7. Tabla de coeficientes parciales de seguridad del CTE DBSE-F (Ministerio de Fomento., 2019)	101
Tabla 8. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)	128
Tabla 9. Tabla extraída del CTE DBSE-AE (Ministerio de Fomento, 2009)	128
Tabla 10. Resistencia a compresión de la piedra Crema Marfil. (Petrographic et al., 2017)	129
Tabla 11. Tabla de coeficientes parciales de seguridad del CTE DBSE-F (Ministerio de Fomento., 2019)	129

GLOSARIO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CTE	Código Técnico de la Edificación
DB-SE	Documento Básico de Seguridad Estructural
INE	Instituto Nacional de Estadística
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
UNE	Asociación Española de Normalización
ISO	International Organization for Standardization
NBE	Normas Básicas de la Edificación
RD	Real Decreto
EPS	Poliestireno expandido
RPT	Rotura de Puente Térmico
CEN	Comité Europeo de Normalización
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
BOE	Boletín Oficial del Estado
RETEMA	Revista Técnica de Medio Ambiente
BIM	Building Information Modeling
APIVA	Asociación de Patrimonio Industrial Valenciano
RAILIA	Instituto de Historia Ferroviaria de Alicante
AAAF	Asociación Alicantina de Amigos del Ferrocarril
ADIF	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
AHF	Archivo Histórico Ferroviario
AGA	Archivo General de la Administración
AHP	Archivo Histórico Provincial Alicante
AVE	Alta Velocidad Española
ELU	Estado Límite Último
ELS	Estado Límite de Servicio
PLA	Ácido polilactico

